



Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Modulhandbuch

für den Studiengang

Master of Science

Elektromobilität-ACES

(Prüfungsordnungsversion: 20222)

Inhaltsverzeichnis

Major AI and autonomous driving.....	
Advanced machine learning for anomaly detection.....	12
Algorithms, programming, and data representation.....	14
Artificial Motor Learning	17
Autonome Systeme: Von der Forschung zum Produkt (Ringvorlesung).....	20
Becoming an Innovative Engineer.....	22
Bildgebende Radarsysteme.....	24
Biomedizinische Signalanalyse.....	26
Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data.....	30
Communications Systems Design.....	32
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie.....	34
Data Science Survival Skills.....	36
Deep Learning.....	38
Digitale Regelung.....	40
Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen).....	42
Entwurf von mobilen Sensorsystemen und Knoten.....	44
Ereignisdiskrete Systeme.....	46
Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (V-Fel-Wel).....	48
Geometrische numerische Integration.....	50
Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI.....	52
Human-centered mechatronics and robotics.....	54
Human Computer Interaction.....	56
Image and Video Compression.....	59
Inertial Sensor Fusion.....	62
Integrierte Navigationssysteme.....	65
Introduction to Deep Learning.....	67
Introduction to Explainable Machine Learning.....	70
Introduction to Machine Learning.....	73
Künstliche Intelligenz I.....	75
Künstliche Intelligenz II.....	77
Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods.....	79
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools.....	81
Machine Learning in Communications.....	83
Machine Learning in Signal Processing.....	84
Maschinelles Lernen für Zeitreihen Deluxe.....	86
Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik.....	88
Mechatronic components and systems (MCS).....	90
Mehrkörperdynamik.....	92
Modellbildung in der Regelungstechnik.....	96
Nonlinear Control Systems.....	98
Numerical Optimization and Model Predictive Control.....	100
Photonik 1.....	102
Photonik 2.....	104
Praktische Einführung in Machine Learning.....	106
Project Representation Learning.....	108
Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS).....	111
Regelung nichtlinearer Systeme.....	113
Regelungstechnik A (Grundlagen).....	115
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden).....	117
Reinforcement Learning.....	119

Robot mechanisms and user interfaces.....	121
Schätzverfahren in der Regelungstechnik.....	123
Security in Embedded Hardware.....	125
Seminar Autonomous Systems and Mechatronics.....	128
Seminar: Digital Pathology and Deep Learning.....	129
Seminar Human-Robot Interaction.....	131
Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems.....	132
Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0.....	135
Seminar Sprachtechnologie für Sprachpathologien.....	137
Sensorik.....	138
Signale und Systeme II.....	140
Speech and language understanding.....	142
Stochastische Prozesse.....	144
Tracking Olympiad.....	146
Virtual and Augmented Reality (VRAR).....	148
Virtual Vision.....	151
Major Connectivity.....	
4G/5G Mobile Communication Systems.....	154
Antennen.....	156
Architekturen der digitalen Signalverarbeitung.....	158
Automotive Systems and Software Engineering.....	160
Communications Systems Design.....	162
Convex Optimization in Communications and Signal Processing.....	164
Digitale Signalverarbeitung.....	166
Digitale Übertragung.....	168
Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM).....	170
Drahtlose Automobilelektronik.....	173
Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung.....	175
Fahrzeugkommunikation.....	178
Fahrzeugkommunikation (Vorlesung mit Übung).....	181
Globale Navigationssatellitensysteme.....	184
Grundlagen der Elektrotechnik III.....	186
HF-Schaltungen und Systeme.....	188
Hochfrequenzmesstechnik.....	190
Hochfrequenztechnik.....	192
Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung.....	194
Integrierte Navigationssysteme.....	197
Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen.....	199
Kanalcodierung.....	201
Kommunikationselektronik.....	205
Kommunikationsnetze.....	208
Kommunikationsstrukturen.....	210
Komponenten optischer Kommunikationssysteme.....	212
Machine Learning in Communications.....	214
Machine Learning in Signal Processing.....	215
Mechatronic components and systems (MCS).....	217
Mikrowellenschaltungstechnik.....	219
MIMO Communication Systems.....	221
Mobile Communications.....	223
Multiuser Information and Communications Theory.....	225
Nachrichtentechnische Systeme.....	227
Optische Übertragungstechnik.....	230
Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten.....	232

Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS).....	234
Rechnerkommunikation.....	236
Satellitenkommunikation.....	238
Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik.....	242
Seminar Nachrichtentechnische Systeme.....	244
Sensorik.....	246
Signale und Systeme II.....	248
Statistical Signal Processing.....	250
Stochastische Prozesse.....	253
Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications.....	255
Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren.....	258
Zukunft der Automobiltechnik.....	260
Major E-Powertrain.....	
Analoge elektronische Systeme.....	262
Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit.....	264
Angewandte Thermofluidodynamik (Fahrzeugantriebe).....	265
Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik.....	268
Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie.....	271
Automotive Engineering.....	273
Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen.....	275
Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System.....	277
Digitale elektronische Systeme.....	279
Digitale Regelung.....	281
Dynamical Systems and Control.....	283
Electrical energy storage systems.....	285
Elektrische Antriebstechnik I.....	287
Elektrische Antriebstechnik II.....	290
Elektrische Energiespeichersysteme.....	293
Elektrische Energiespeichersysteme.....	295
Elektrische Kleinmaschinen.....	297
Elektrische Maschinen I.....	299
Elektrische Maschinen II.....	301
Elektromagnetische Verträglichkeit.....	303
Elektromaschinenbau.....	305
Fertigungsmesstechnik I.....	307
Fertigungsmesstechnik II.....	312
Fuel cells and electrolyzers.....	316
Fundamentals of Polymer Materials (Polymerwerkstoffe).....	318
Geometrische numerische Integration.....	320
Grundlagen der elektrischen Maschinen.....	322
Grundlagen der Elektrotechnik III.....	324
Grundlagen der Robotik.....	326
Halbleiterbauelemente.....	328
Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III).....	330
Handhabungs- und Montagetechnik.....	332
Hauptseminar Elektromagnetische Verträglichkeit.....	334
Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung.....	336
Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service.....	338
Integrated Production Systems.....	340
Integrierte Produktentwicklung.....	342
International Supply Chain Management.....	347
Leistungselektronik.....	349
Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang.....	351

Linearantriebe.....	353
Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik.....	355
Maschinenakustik.....	357
Maschinenelemente II.....	359
Materialien der Elektronik und Energietechnik.....	365
Mechatronic components and systems (MCS).....	367
Mechatronische Systeme im Maschinenbau II.....	369
Mehrkörperdynamik.....	371
Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren.....	375
MIDFLEX - Molded Interconnect Devices und flexible Schaltungsträger.....	380
Modellbildung in der Regelungstechnik.....	382
Nonlinear Control Systems.....	384
Numerical Optimization and Model Predictive Control.....	386
Produktionsprozesse in der Elektronik.....	388
Produktionssystematik.....	390
Prozess- und Temperaturmesstechnik.....	391
Pulsumrichter für elektrische Antriebe.....	395
Qualitätsmanagement.....	397
Qualitymanagement 2.....	400
Rechnergestützte Messtechnik.....	402
Regelung nichtlinearer Systeme.....	407
Regelungstechnik A (Grundlagen).....	409
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden).....	411
Schaltnetzteile.....	413
Schaltungstechnik.....	415
Seminar Autonomous Systems and Mechatronics.....	417
Seminar Human-Robot Interaction.....	418
Sensorik.....	419
Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen.....	421
Softwareentwicklung für Ingenieure.....	424
Strömungsmechanik I.....	426
Strömungsmechanik II.....	428
Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens.....	430
Technische Produktgestaltung.....	432
Thermisches Management in der Leistungselektronik.....	437
Wälzlagertechnik.....	439
Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft.....	443
Major Sustainable mobility and production technology.....	
Advanced Seminar on International and Sustainable Production.....	447
Automotive Engineering.....	449
Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine.....	451
Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System.....	453
Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM).....	455
Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz.....	458
Elektrische Energiespeichersysteme.....	460
Elektrische Energiespeichersysteme.....	462
Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen.....	464
Elektromaschinenbau.....	466
Fertigungsmesstechnik I.....	468
Fertigungsmesstechnik II.....	473
Fundamentals of Polymer Materials (Polymerwerkstoffe).....	477
Geometrische numerische Integration.....	479
Gießereitechnik 1.....	481

Grundlagen der Robotik.....	486
Handhabungs- und Montagetechnik.....	488
Human-centered mechatronics and robotics.....	490
Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service.....	492
Integrated Production Systems.....	494
Integrierte Produktentwicklung.....	496
Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung.....	501
International Supply Chain Management.....	503
Karosseriebau - Warumentformung und Korrosionsschutz.....	505
Karosseriebau - Werkzeugtechnik.....	507
Kunststoffcharakterisierung und -analytik.....	508
Kunststoffe und Ihre Eigenschaften.....	510
Kunststoff- Fertigungstechnik.....	512
Kunststoffverarbeitung.....	514
Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin.....	516
Lasersystemtechnik 1.....	518
Lasersystemtechnik II.....	520
Lasertechnik / Laser Technology.....	522
Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics.....	524
Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods.....	527
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools.....	529
Maschinenelemente II.....	531
Materialien der Elektronik und Energietechnik.....	537
Mechatronic components and systems (MCS).....	539
Mechatronische Systeme im Maschinenbau II.....	541
Mehrkörperdynamik.....	543
Methode der Finiten Elemente.....	547
Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren.....	550
MIDFLEX - Molded Interconnect Devices und flexible Schaltungsträger.....	555
Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements.....	557
Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics.....	559
Numerische und experimentelle Modalanalyse.....	562
Planung elektrischer Energieversorgungsnetze.....	566
Power electronics for decentral energy systems.....	568
Praktische Einführung in Machine Learning.....	571
Produktionsprozesse der Zerspanung.....	573
Produktionsprozesse in der Elektronik.....	575
Produktionssystematik.....	577
Prozess- und Temperaturmesstechnik.....	578
Qualitätsmanagement.....	582
Qualitymanagement 2.....	585
Rechnergestützte Messtechnik.....	587
Regelungstechnik A (Grundlagen).....	592
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden).....	594
Regenerative Energiesysteme.....	596
Ressourceneffiziente Produktionssysteme.....	598
Robotics 2.....	600
Robotik 1 (Regelungstechnische Grundlagen).....	602
Robot mechanisms and user interfaces.....	604
Sensorik.....	606
Softwareentwicklung für Ingenieure.....	608
Systemlösungen für die Energiewende.....	610
Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens.....	612

Technische Produktgestaltung.....	614
Technische Schwingungslehre.....	619
Technologie der Verbundwerkstoffe.....	623
Umformtechnik.....	625
Umformtechnik Vertiefung.....	627
Wälzlagertechnik.....	629
Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft.....	633
Wahlmodule.....	
4G/5G Mobile Communication Systems.....	637
Ausgewählte wissensbasierte Verfahren in der Fertigungstechnologie.....	639
Automotive Engineering.....	641
Autonome Systeme: Von der Forschung zum Produkt (Ringvorlesung).....	643
Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine.....	645
Becoming an Innovative Engineer.....	647
Berechenbarkeit und Formale Sprachen.....	649
Beyond FEM.....	651
Commercial Open Source Startups (OSS-COSS).....	653
Communications Systems Design.....	654
Computational Dynamics.....	656
Computational multibody dynamics.....	658
Computer Graphics.....	660
Convex Optimization in Communications and Signal Processing.....	663
Data Science Survival Skills.....	665
Deep Learning for Beginners.....	667
Designing gamified systems (DGS).....	669
Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System.....	671
Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM).....	673
Dynamical Systems and Control.....	676
Effiziente Signal- und Leistungsvernetzung.....	678
Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz.....	681
Einführung in die Bruchmechanik.....	683
Elektromagnetische Felder I.....	685
Elektromagnetische Felder II.....	688
Elektromaschinenbau.....	690
Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen.....	692
Engineering of Solid State Lasers.....	694
Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung.....	696
Experimental fluid mechanics.....	699
Fertigungsmesstechnik I.....	701
Fertigungsmesstechnik II.....	706
Fuel cells and electrolyzers.....	710
Fundamentals of Polymer Materials (Polymerwerkstoffe).....	712
Geometric Beam Theory.....	714
Gießereitechnik 1.....	716
Grundlagen der Koordinatenmesstechnik.....	721
Grundlagen der Robotik.....	723
Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik.....	725
Hauptseminar Messtechnik.....	727
Herstellung und Funktionalisierung von Polymeren für biomedizinische Anwendungen.....	729
Höhere Festigkeitslehre.....	731
Human-centered mechatronics and robotics.....	733
Human Computer Interaction.....	735

Image and Video Compression.....	738
Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering.....	741
Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service.....	743
Industrie 4.0 für Ingenieure.....	745
Inertial Sensor Fusion.....	747
Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung.....	750
Integrated Production Systems.....	753
Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung.....	755
International Supply Chain Management.....	757
International Supply Chain Management.....	759
Introduction to atomistic and mesoscale modeling.....	761
Introduction to Machine Learning.....	762
Karosseriebau - Warumentformung und Korrosionsschutz.....	764
Karosseriebau - Werkzeugtechnik.....	766
Kommunikation in Technik-Wissenschaften.....	767
Konstruieren mit Kunststoffen.....	773
Kunststoffe und Ihre Eigenschaften.....	775
Kunststoff- Fertigungstechnik.....	777
Kunststoffverarbeitung.....	779
Laser in der Medizintechnik.....	781
Lasersystemtechnik 1.....	783
Lasersystemtechnik II.....	785
Leistungselektronik.....	787
Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics.....	789
Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods.....	792
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools.....	794
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools.....	796
Machine Learning in Communications.....	798
Machine Learning in Signal Processing.....	799
Maschinenakustik.....	801
Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik.....	803
Materialmodellierung und -simulation.....	805
Mechatronic components and systems (MCS).....	807
Mechatronische Systeme im Maschinenbau II.....	809
Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen.....	811
Mikromechanik.....	813
MIMO Communication Systems.....	815
Mobile Communications.....	817
Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen.....	819
Multiphysics Systems and Components.....	821
Multiuser Information and Communications Theory.....	823
Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements.....	825
Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics.....	827
Nonlinear Control Systems.....	830
Numerical Optimization and Model Predictive Control.....	832
Numerische Methoden der Thermofluidodynamik II.....	834
Numerische Optimierung und modellprädiktive Regelung.....	836
Numerische und experimentelle Modalanalyse.....	838
Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe.....	842
Optimierung für Ingenieure.....	844
Advanced Design and Programming (5-ECTS).....	846
Pattern Recognition.....	848
Physik der Turbulenz und Turbulenzmodellierung I.....	851

Power electronics for decentral energy systems.....	852
Praktikum Scannen und Drucken in 3D.....	855
Praktische Einführung in Machine Learning.....	856
Product innovation management in emerging markets.....	858
Projektwoche Operational Excellence.....	860
Prozess- und Temperaturmesstechnik.....	862
Qualitätsmanagement.....	866
Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement.....	869
Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung.....	871
Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS).....	873
Rechnergestützte Messtechnik.....	875
Regelung im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen.....	880
Regenerative Energiesysteme.....	882
Robotics 1.....	884
Robotics 2.....	885
Robotics Frameworks.....	887
Robotik 1 (Regelungstechnische Grundlagen).....	889
Robot mechanisms and user interfaces.....	891
Scannen und Drucken in 3D.....	893
Seminar Autonomous Systems and Mechatronics.....	895
Seminar Human-Robot Interaction.....	896
Seminar Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing.....	897
Service Quality Engineering – Dienstleistungsqualität entwickeln (SQE).....	899
Softwareentwicklung für Ingenieure.....	901
Statistical Signal Processing.....	903
Strömungsakustik.....	906
Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung.....	908
Systemnahe Programmierung in C.....	911
Systemprogrammierung.....	914
Systemprogrammierung Vertiefung.....	916
Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens.....	918
Technische Schwingungslehre.....	920
Technologie-Startup-Seminar.....	924
Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications.....	926
Turbomaschinen.....	929
Turboverdichter.....	930
Umformverfahren und Prozesstechnologien.....	932
Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren.....	934
Virtual Vision.....	936
Wärmeanlagen und Kraftwerkstechnik.....	938
Wärme- und Stoffübertragung.....	940
Werkstoffe und Erprobung im Automobilbau.....	942
Werkstoffverbunde mit Kunststoffen.....	943
Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft.....	945
Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften.....	948
Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften.....	950
Zukunft der Automobiltechnik.....	952
Laboratory training AI and Autonomous driving.....	
Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing.....	954
Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen.....	956
Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY).....	959
Laborpraktikum Human-Robot Interaction.....	962
Laborpraktikum Image and Video Compression.....	963

Praktikum Automatisierungstechnik.....	965
Praktikum Photonik/Lasertechnik 1.....	967
Praktikum Regelungstechnik I.....	969
Praktikum Regelungstechnik II.....	971
Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik.....	973
Laboratory training Connectivity.....	
Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung.....	976
Laborpraktikum Mobilkommunikation.....	978
Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung.....	981
Praktikum Digitale Übertragung.....	982
Praktikum Digitale Übertragung.....	985
Praktikum Hochfrequenztechnik / Mikrowellentechnik 1.....	990
Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2.....	992
Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen.....	994
Laboratory training E-Powertrain.....	
Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY).....	997
Laborpraktikum Leistungselektronik.....	1000
Praktikum Automatisierungstechnik.....	1002
Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA.....	1004
Praktikum Regelungstechnik I.....	1006
Praktikum Regelungstechnik II.....	1008
Laboratory training Sustainable mobility and production technology.....	
Laborpraktikum Human-Robot Interaction.....	1011
Praktikum Automatisierungstechnik.....	1012
Praktikum FAPS.....	1014
Praktikum Fertigungsmesstechnik.....	1016
Praktikum KTMfk/Rechnerunterstützte Produktentwicklung.....	1019
Praktikum Kunststofftechnik.....	1023
Praktikum Lasertechnik.....	1025
Praktikum Regelungstechnik I.....	1027
Praktikum Regelungstechnik II.....	1029
Praktikum Ressourceneffiziente Produktion.....	1031
Praktikum Technische Dynamik.....	1033
Praktikum Technische Mechanik.....	1035
Praktikum Umformtechnik.....	1037
Praktische Einführung in Machine Learning.....	1039

Major AI and autonomous driving

1	Modulbezeichnung 47685	Advanced machine learning for anomaly detection no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Advanced Machine Learning for Anomaly Detection (2 SWS) yes for presentations	5 ECTS
3	Lehrende	Mischa Dombrowski Johanna Müller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Bernhard Kainz
5	Inhalt	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. 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. Human-in-the-Loop Machine Learning describes processes in which humans and Machine Learning algorithms interact to solve one or more of the following: Making Machine Learning more accurate Getting Machine Learning to the desired accuracy faster Making humans more accurate Making humans more efficient Aim of this seminar is to give students insights about state-of-the-art Active Learning and interactive data analysis methods. Students will work independently on specific topics including implementation and analytical components alongside 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). Topics covered will include but are not limited to: • generative model • self-supervised methods • deep representation learning • self-organising systems • Active Learning Strategies • Uncertainty Sampling • Diversity Sampling • Annotating Data for Machine Learning • Who are the right people to annotate your data? • Quality control for data annotation • User interfaces for data annotation • Transfer Learning and Pre-Trained Models • What are Embeddings? • What is Transfer Learning? • Adaptive Learning • Machine-Learning for aiding human annotation

		Advanced Human-in-the-Loop Machine Learning
6	Lernziele und Kompetenzen	Students will be able to - perform their own literature research on a given subject - independently research this subject - present and introduce the subject to their student peers - give a scientific talk in English according to international conference standards
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	You should have very solid programming skills and have knowlege in machine learning, deep learning and computer vision methods.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	Dauer des Moduls	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 47598	Algorithms, programming, and data representation no english module name available for this module	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Algorithms, programming, and data representation; Exercise (2 SWS) Vorlesung: Algorithms, programming, and data representation (4 SWS) Übung: Algorithms, programming, and data representation; Tutorial (2 SWS) no. Lectures will be hybrid and recorded. Tutorials and Q&A will be on the MS Teams Module Lab queue.	2,5 ECTS 5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Johanna Müller Prof. Dr. Bernhard Kainz Mischa Dombrowski	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Bernhard Kainz
5	Inhalt	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. Topics: • Programming and computing basics • Data structures • Object orientation • Python basic knowledge • Computational Complexity • Basic algorithms 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. Syllabus: (L - lecture, C - coursework, T - tutorial) L01 Motivation and Logistics L02 Introduction: What does a Computer do C01 Explore local Anaconda and Google Colab

L03 Data Representation and Boolean Algebra
 L04 Floating Point numbers
 T01 Organization and Boolean Algebra
 C02 Number Representations and Boolean Algebra in Python

 L05 Memory Organisation
 L06 Branching and Iterations
 T02 Number Representations and Boolean Algebra
 C03 Branching and Iterations

 L07 Decomposition, Abstraction, and Functions, Tuples, Lists, etc.
 L08 Recursion and Dictionaries
 T03 Memory Organisation
 C04 Recursion and Dictionaries

 L09 Testing, Debugging, Exceptions, and Assertions
 L10 Object Oriented Programming
 T04 Decomposition, Abstraction, and Functions
 C05 Testing, Debugging, Exceptions, and Assertions

 L11 Classes and Inheritance
 L12 Program efficiency I
 T05 Recursion
 C06 Classes and Inheritance

 L13 Program efficiency II
 L14 Searching and Sorting
 T06 Object Oriented Programming
 C07 Searching and Sorting

 L15 Version management and git
 L16 API and Libraries
 T07 Program efficiency
 C08 APIs and Libraries

 L18 Graphs and graph algorithms
 L19 Bellman-Ford
 T08 Searching and Sorting
 C09 Searching and Sorting

 L20 Dijkstra
 L21 Graphs and Trees
 T09 Graphs and Trees
 C10 Graphs and Trees

 L21 Dynamic Programming
 L22 Hashtables
 T10 Hashtables
 C11 Hashtables

 R01 Revision Q&A
 R02 Revision Q&A

6	Lernziele und Kompetenzen	The students will be able to • organize themselves independently into groups and coordinate the organizational and technical process of group work in consultation with each other • communicate and jointly develop solutions for theoretical questions and practical programming tasks within the framework of group tasks • plan and apply targeted measures for mutual quality assurance of the submitted solutions (check each other's group submissions) • jointly take responsibility for the result of their group work, the evaluation of which applies equally to both group partners
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (50%) Übungsleistung (50%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 47694	Artificial Motor Learning no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Artificial Motor Learning (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Simon Bachhuber Dr. Ive Weygers	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel
5	Inhalt	This course is concerned with methods of artificial intelligence that enable biomimetic motor learning in intelligent systems. We consider a range of methods from systems-and-control methods to machine-learning approaches, with a focus on data-driven learning control and model-based reinforcement learning. We discuss the core concepts of the methods, analyze and compare their potential and shortcomings, and apply them to example problems. The covered topics include but are not limited to: • the role of motor learning in biological and AI systems • definition and classification of motor learning tasks • parametric and non-parametric models of motor dynamics • learning control methods (model-based and data-based) for motor learning tasks • reinforcement learning (model-free and model-based) for motor learning tasks • advanced approaches from recent literature • combination and implementation of methods • stability, optimality, robustness and usability properties • performance assessment in simulation and experiment The example problems to which we will apply the concepts and methods will stem from application domains in which artificial motor learning is considered crucial, such as robotics, neuroprosthetics and autonomous vehicles.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Participants will be familiar with different models of motor dynamics and with several learning control methods and reinforcement learning approaches for motor learning tasks, and they will know their advantages and limitations. Verstehen Participants will understand the role of motor learning in AI systems. They will understand the ideas and concepts behind the taught learning control and reinforcement learning methods, and they will be able to classify and compare. Anwenden Participants will be familiar with the employment of several learning control methods and reinforcement learning approaches, and they will be able to combine them and apply them to example problems. Lern- bzw. Methodenkompetenz

		Participants analyze and discuss scientific publications in the context of a given broader topic. Participants deepen and challenge their understanding of the taught concepts by designing and answering short quizzes. Sozialkompetenz Participants successfully collaborate in small teams, they effectively exchange arguments and self-organize to produce a joint result within a given time frame.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Participants should be familiar with fundamental methods and concepts in machine learning. They should, for example, have completed one of the following courses • Machine Learning for Engineers • Maschinelles Lernen für Zeitreihen • Pattern Recognition • Reinforcement Learning • Deep Learning
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• D. A. Bristow, M. Tharayil, A. G. Alleyne, and Z. Z. Han, "A Survey of Iterative Learning Control, Kongzhi yu Juece/Control and Decision, vol. 20, no. 9, pp. 961966, 2005. • L. Buşoniu, T. de Bruin, D. Tolić, J. Kober, I. Palunko. "Reinforcement Learning for Control: Performance, Stability, and Deep Approximators", Annual Reviews in Control, 46:828, 2018 • I. Grondman, L. Busoniu, G. A. Lopes, and R. Babuka, "A survey of actor-critic reinforcement learning: Standard and natural policy gradients, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews, vol. 42, no. 6, pp. 12911307, 2012. • C. E. Rasmussen and C. K. I. Williams, Gaussian Processes for Machine Learning (Adaptive Computation and Machine Learning). The MIT Press, 2005.

	• N. Amann, D. H. Owens, and E. Rogers, "Predictive optimal iterative learning control, International Journal of Control, vol. 69, no. 2, pp. 203226, Jan. 1998. [Online]. • M. P. Deisenroth and C. E. Rasmussen, "PILCO: A model-based and data-efficient approach to policy search, Proceedings of the 28th International Conference on Machine Learning, ICML 2011, pp. 465472, 2011. • S. Lupashin, A. Schoellig, M. Sherback, and R. D ' Andrea, "A simple learning strategy for high-speed quadrocopter multi-flips, in 2010 IEEE International Conference on Robotics and Automation. IEEE, May 2010. • Z. Xie, P. Clary, J. Dao, P. Morais, J. Hurst, and M. Van De Panne, "Learning Locomotion Skills for Cassie: Iterative Design and Sim-to-Real, Conference on Robotic Learning, no. CoRL, 2019.

1	Modulbezeichnung 92366	Autonome Systeme: Von der Forschung zum Produkt (Ringvorlesung) no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Autonomous Systems: From Research to Products (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Anany Dwivedi	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	
5	Inhalt	In dieser Ringvorlesung werden Forschungsthemen zu Autonomen Systemen ebenso beleuchtet wie konkrete Umsetzungen für Systeme und Komponenten. Zentral zielt die Veranstaltung auf die Diskussion der Frage Wie finden Forschungsergebnisse den Weg in ein Produkt?" ab. Hierzu werden die unten genannten Inhalte von Dozierenden mit akademischem und industriellen Hintergrund gemeinsam vorgestellt und beleuchtet. In this lecture series, research topics on autonomous systems are highlighted as well as concrete implementations for systems and components. The central aim of the event is to discuss the question "How do research results find their way into a product? To this end, the contents listed below will be jointly presented and examined by lecturers with academic and industrial backgrounds. 1 Autonome Systeme 2 & 3 Mechanik / Mechatronik • Mechanische Komponenten • Elektrische / elektronische Komponenten • Materialien • (Additive) Fertigung 4 Antriebstechnik Aktorik 5 Leistungselektronik 6 Sensorik 7 & 8 Systemtheorie • Simulation • Regelung und Steuerung • Entscheidungsfindung 9 & 10 Vernetzung • Kommunikation und Lokalisation • Internet of Things 11 Regulatorische Aspekte • Integration & Sicherheit • Zertifizierung & Zulassung	
6	Lernziele und Kompetenzen	Lern- bzw. Methodenkompetenz Bei erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden befähigt: • Autonome Systeme und ihre Komponenten zu beschreiben und zu diskutieren. • Hardware und Software sowie ihre Wechselwirkungen gezielt auszulegen.	

		• Durch Vernetzung von Systemen Lösungen zu skalieren. • Aus theoretischen Überlegungen praktische Umsetzungsmöglichkeiten für industrielle Anwendungen zu erarbeiten. On successful completion of this module, students will be able to: • describe and discuss autonomous systems and their components. • design hardware and software and their interactions in a targeted manner. • scale solutions by networking. • develop practical implementation options for industrial applications from theoretical considerations.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 55 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 47662	Becoming an Innovative Engineer no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Becoming an innovative engineer (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Marlies Nitschke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Björn Eskofier Marlies Nitschke
5	Inhalt	The online course "Becoming an innovative engineer will complement the technical knowledge which you gained in other courses. It therefore gives you a broad overview about various topics and empowers you to make use of your technical background to become an innovative engineer. The course comprises seven topics to fulfill the learning objectives described below: 1) Empowerment and Teamwork: Theory of enterprise content management which is fundamental for successful teamwork. 2) Organizational Creativity: Individual creativity, team creativity, and organizational creativity since innovation requires creativity. 3) Business Design: Insights into what must be considered when founding a business. 4) Prototyping: Basics of prototyping as it is key for fast and efficient development. 5) Agile Development: Agile development methods empowering them to manage their development workflow. 6) Source Control via Git: How source code can be efficiently controlled using git. 7) Testing of Software Systems: Fundamentals and principles of software testing which is necessary for every successful software product. This course is a shared online course of the [HMDA] https://www.masterhmda.eu/ partner universities and was created at the FAU with support of [EIT Health] https://eithealth.eu/.
6	Lernziele und Kompetenzen	After completing this module, students will be able to • work successfully in a team. • to create innovative ideas. • explain what is important for a successful business. • efficiently realize software ideas.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

		Fernerkundung zu bewerten sowie eigene Systemkonzepte auszuarbeiten und zu gestalten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlene Voraussetzungen: • Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten • Hochfrequenztechnik • Signale und Systeme
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	"Sensors for Ranging and Imaging", Graham Brooker, Scitech Publishing Inc. 2009. "Radar mit realer und synthetischer Apertur", H. Klausing, W. Holpp, Oldenbourg 1999. "Radar Handbook", Meril I. Skolnik, McGraw-Hill 2008. "Introduction to Subsurface Imaging", Bahaa Saleh, Cambridge 2011. "Microwave Radiometer Systems", Niels Skou, David Le Vine, 2nd ed., Artech House 2006. "Digital Image Processing", Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Prentice Hall 2007.

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

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

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

Anwenden

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

Analysieren

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

Evaluieren (Beurteilen)

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

After completion of the course, students are able to

Knowledge

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

Understanding

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

		• explain algorithms for the analysis of important biosignals (e.g. Pan Tompkins for EKG) • explain typical components and their importance in the signal analysis chain • explain the structure and functioning of systems for machine learning and pattern recognition Application • determine signal characteristics in the time and frequency domain • apply and implement algorithms for signal analysis in Python • implement filter operations for the reduction of artifacts in Python • estimate the result of filter operations • apply methods to interdisciplinary problems in medicine and medical engineering Analyze • derive filter characteristics from electric circuits • compare signal analysis algorithms • solve classification problems in Python • recognize typical artifacts in biosignals and propose solutions for their reduction Evaluation • compare biosignals with medical norm values and evaluate them in a medical context • evaluate classification results • discuss the importance of biomedical signal analysis for medical engineering • solve and discuss problems in groups cooperatively in the group exercises and the online forum
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Prerequisites The Biosig lectures and exercises do not have formal requirements. However, we expect you to have some knowledge about the following topics: • Basics of Physiology and Anatomy (High-school level) • ◦ Basic elements of electronic circuits (resistor, capacitor, inductor) and related equations • Basic math: Integration, Differentiation, Limits • ◦ Fourier Transform (qualitative understanding) ◦ Basic filter types ◦ z-plane (qualitative understanding) Furthermore, some knowledge in the following topics will be beneficial to easily understand the content of the lecture: • Advanced filter concepts • z-plane math / z-transform / pole-zero plots

		• Frequency domain math / detailed understanding of Fourier transform and its properties • Laplace transform • Basics of Python (for the exercises) If you want to refresh your knowledge on all the aforementioned topics, we recommend the following lectures and online resources: Note that some of them go beyond the requirements of this lecture for many topics! • Signals and Systems I • Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker • Video Series: Introduction to discrete Control (and further videos from this channel, as general introduction to filter and z-plane math) • A visual introduction to Fourier Transform • Udacity Python Course Course materials from the Stanford "Introduction to Scientific Python"
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	elektronische Prüfung
11	Berechnung der Modulnote	elektronische Prüfung (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• R.M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis: A case-study approach. 1st ed., 2002, New York, NY: John Wiley & Sons. • E.N. Bruce, Biomedical Signal Processing and Signal Modeling. 1st ed., 2001, New York, NY: John Wiley & Sons.

1	Modulbezeichnung 47613	Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data no english module name available for this module	2,5 ECTS
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	Modulverantwortliche/r	Dr. Dario Zanca
5	Inhalt	Contents Seeing is a complex activity. Humans perform eye movements to actively seek for useful information, while regulating pupil size to control the amount of light to be captured. Eye-tracking can be used to record the eyes activity. It is a powerful tool to study human gaze behavior and it can be used to assess the health condition of individuals. The aim of this seminar is to become familiar with eye-tracking data and their use in different domains, from neuroscience and artificial intelligence (to understand and simulate human attention), to medicine and psychology (to identify eye-tracking based biomarkers). Different methods will be introduced and compared. Students will study on state-of-the-art papers and present the details of the chosen topic described in the papers. Alternatively, the student may work on experimental task and present the result of applying state of the art methods.
6	Lernziele und Kompetenzen	After completing the module, students will be able to describe an eye-tracking experimental setup and how to work with eye-tracking data. be able to explain the common eye-tracking data analysis techniques. be able to explain the state-of-the-art saliency and scanpath models to predict human visual attention.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch

16	Literaturhinweise	Itti, L., Koch, C., & Niebur, E. (1998). A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. <i>IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence</i>, 20(11), 1254-1259. Borji, A., & 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. Judd, T., Ehinger, K., Durand, F., & 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. Zanca, D., & 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). Zanca, D., Melacci, S., & Gori, M. (2019). Gravitational laws of focus of attention. <i>IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence</i>, 42(12), 2983-2995. Zanca, D., Gori, M., Melacci, S., & Rufa, A. (2020). Gravitational models explain shifts on human visual attention. <i>Scientific Reports</i>, 10(1), 1-9. Bellet, M. E., Bellet, J., Nienborg, H., Hafed, Z. M., & Berens, P. (2019). Human-level saccade detection performance using deep neural networks. <i>Journal of neurophysiology</i>, 121(2), 646-661. Piu, P., Serchi, V., Rosini, F., & Rufa, A. (2019). A cross-recurrence analysis of the pupil size fluctuations in steady scotopic conditions. <i>Frontiers in neuroscience</i>, 13, 407. Zénon, A. (2017). Time-domain analysis for extracting fast-paced pupil responses. <i>Scientific reports</i>, 7(1), 1-10. Bargagli, A., Fontanelli, E., Zanca, D., Castelli, I., Rosini, F., Maddii, S., ... & Rufa, A. (2020). Neurophthalmologic and Orthoptic Ambulatory Assessments Reveal Ocular and Visual Changes in Patients With Early Alzheimer and Parkinson's Disease. <i>Frontiers in Neurology</i>, 11.

1	Modulbezeichnung 700506	Communications Systems Design Communications systems design	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Communications Systems Design (2 SWS) Praktikum: Praktikum Communications Systems Design (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer Arslan Ali Christof Pfannenmüller	

4	Modulverantwortliche/r	Arslan Ali Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	Inhalt	Learning based on LabVIEW communications and NI USRP: Introduction to USRP including hardware blocks of Tx/Rx chains Getting familiar with LabVIEW communications environment and controlling VIs (Panel, diagram, etc.) and fundamentals of LabVIEW programming: data types, arrays, flow control (for/while loop), clusters, case structures, signal sources, sinks, signal processing tools, filters, time/ frequency domain analysis, etc. Transmission and reception of analog modulation schemes: AM/DSB-SC and FM Implementation of digital modulation schemes: ASK, FSK, BPSK, QPSK, 16-QAM, etc. Digital Tx/Rx: symbol mapping, upsampling/downsampling, pulse shaping (rectangular, Gaussian, RRC), matched filtering, pulse alignment, synchronization, and detection Phase synchronization, FDM and image rejection algorithm Eye diagram analysis: ISI, clock jitter, optimal sampling time, detection threshold Power control for over-the-air transmission in sub-6 GHz ISM bands and analysis on fading and multipath propagation effects Channel estimation, equalization (decision directed, linear LS, adaptive LMS), modelling: coherence bandwidth and propagation delay Learning based on MATLAB and USRPs (Communications toolbox and SDR support packages): OFDM Tx/Rx with frequency domain equalization (FDE) and synchronization (training sequence and frame detection) LTE downlink transmission (MIMO) including system information blocks (SIB) and spectrum analysis including estimation/calibration of carrier frequency offset (CFO) Impairments/distortion analysis: ACPR, EVM tool: IQ offset errors, phase noise, PA nonlinearity, etc. Learning based on GNU Radio and RTL-SDR: Introduction to GNU Radio with RF prototyping demonstration Spectrum analyzer implementation: RBW, VBW, sweep time, and phase noise Small Project/assignment for students

6	Lernziele und Kompetenzen	Students Can bridge the gap between communications theory, analog/digital baseband, and RF design Can develop quick and flexible prototypes for real-time communications systems and standards using SDR solutions Can determine the design parameters and assess the interaction between various analog and digital parts Can create efficient Tx/Rx programs and signal processing algorithms in LabVIEW, MATLAB, and GNU Radio Can implement channel estimation and equalization algorithms in TDD and FDD systems Can demonstrate MIMO and OFDM based systems like LTE and beyond Can quantify and evaluate system performance using EVM and impairments analysis
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 44200	Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerische Neurotechnologie - Übung (2 SWS) Vorlesung: Numerische Neurotechnologie - Vorlesung (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Numerische Neurotechnologie - Vorlesung (2 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Tobias Reichenbach
5	Inhalt	Foundations of Computational Neuroscience and the processing of neural signals. Applications in the areas of artificial neural networks, Brain-Machine-Interfaces (BCIs) and neural prosthesis.
6	Lernziele und Kompetenzen	• Can understand the principles of the analysis of neural signals • Can apply information theory for the description of neural activity • Can perform simulations of the dynamics of single neurons as well as of neural networks • Can evaluate different approaches to construct Brain-Machine-Interfaces (BCIs) • Can explain concepts for the design of neural prosthesis
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Dayan, Peter, and Laurence F. Abbott. Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems. Computational Neuroscience Series, 2001. Gerstner, Wulfram, et al. Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition. Cambridge University Press, 2014.

	Oweiss, Karim G., ed. Statistical signal processing for neuroscience and neurotechnology. Academic Press, 2010. Maurits, Natasha. From neurology to methodology and back: an introduction to clinical neuroengineering. Springer Science & Business Media, 2011. Clément, Claude. Brain-Computer Interface Technologies. Springer International Publishing, 2019. DiLorenzo, Daniel J., and Joseph D. Bronzino, eds. Neuroengineering. CRC Press, 2007.

1	Modulbezeichnung 47677	Data Science Survival Skills no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Data Science Survival Skills (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist René Groh	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Kist
5	Inhalt	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. In particular, this course covers: - Data handling and storage - Lossy and lossless data compression - Data acquisition and API usage - Data visualization in scientific figures and movies - Data analysis platforms - Multithreading and multiprocessing - Code vectorization and just-in-time compilation - Code profiling - Prototyping Graphical User Interfaces - Workflow optimization techniques
6	Lernziele und Kompetenzen	Students - will be able to create own code for working with data - can carry out research projects in data science - can apply code optimization strategies - can design own graphical user interfaces for convenient interaction with data - can produce high-quality data visualization as needed for scientific publications
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	It is recommended to have prior knowledge of the programming language Python (e.g. through GSProg or SciProgPy) and first exposure to data.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Edward Tufte: The Visual Display of Quantitative Information Cole Nussbaum Knaflitz: Storytelling with data Wes McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython Gabriele Lanaro: Python High Performance Micha Gorelick, Ian Ozsvald: High Performance Python Alan D Moore: Mastering GUI Programming with Python

1	Modulbezeichnung 901895	Deep Learning Deep learning	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Deep Learning (2 SWS) Übung: Deep Learning Exercises (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Zijin Yang Alexander Barnhill	

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

		- effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer, - autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature, - discuss the social impact of applications of deep learning applications.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press, 2016. - Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006 - Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton: Deep learning. Nature 521, 436444 (28 May 2015)

1	Modulbezeichnung 97360	Digitale Regelung Digital control	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitale Regelung - Übungen (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Digitale Regelung (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Andreas Michalka	
5	Inhalt	Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet: • quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer • zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsdifferenzgleichung oder z-Übertragungsfunktion • Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit • Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, Intersampling-Verhalten".	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise. • leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsdifferenzgleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her. • analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen. • entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse. • diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird empfohlen folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)	

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

1	Modulbezeichnung 604896	Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen) Embedded systems	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Eingebettete Systeme (2 SWS) Vorlesung: Eingebettete Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Peter Brand Dominik Walter Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich PD Dr. Ing. Frank Hannig	

4	Modulverantwortliche/r	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	Inhalt	Schwerpunkt des Moduls ist der Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren. Unter eingebetteten Systemen versteht man Rechensysteme, die auf einen Anwendungsbereich zugeschnitten (z.B. mobile Kommunikationsgeräte, Chipkartensysteme, Industriesteuerungen, Unterhaltungselektronik, Medizintechnik) und in einen technischen Kontext eingebunden sind. Das große Interesse am systematischen Entwurf von heterogenen eingebetteten Systemen ist verursacht durch die steigende Vielfalt und Komplexität von Anwendungen für eingebettete Systeme, die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken sowie durch Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Methoden). Content: <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>
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz - Wissen - Die Studierenden setzen sich mit einem aktuellen Forschungsgebiet auseinander. The students deal with a current field of research. Fachkompetenz - Verstehen - Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte des Entwurfs eingebetteter Systeme. The students become familiar with the fundamental concepts of designing of embedded systems. Fachkompetenz - Anwenden - Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an zur Analyse und Optimierung von Hardware-Architekturen

		und Echtzeit-Softwaresystemen. The students apply basic algorithms to analyze and optimize hardware architectures and real-time software systems. Die Studierenden erfassen den Hardware/Software-Entwurf von Systemen mit harten Beschränkungen. The students understand the hardware/software design of hard-constrained systems.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl der Module „Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)“ und „Eingebettete Systeme“ aus.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio
11	Berechnung der Modulnote	Portfolio (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Literaturhinweise	Empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung: Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6 Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/eingebettete-systeme/

1	Modulbezeichnung 92357	Entwurf von mobilen Sensorsystemen und Knoten no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Entwurf von mobilen Sensorsystemen und -knoten (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedict Scheiner Fabian Michler	

4	Modulverantwortliche/r	Fabian Michler Benedict Scheiner
5	Inhalt	• Sensortypen (low-power, resiliente Sensorsysteme) • Entwurfswerkzeuge (Simulationsprogramme (SPICE, Altium,...)) • Layout - EMV-Thematiken - Bauteilauswahl, Substratauswahl, parasitäre Effekte • HF-Schnittstelle zur Datenübertragung • Analoge Signalkonditionierung • AD-Umsetzung und Signalverarbeitung • Programmierbare Digitalssysteme (uC/FPGA) • Power-Management • Testumgebung (SCPI, Channel-Sounding)
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Notwendigkeit verschiedener Sensorsysteme und wissen wie verschiedene Entwurfswerkzeuge anzuwenden sind. Verstehen Den Zusammenhang der einzelnen Systemkomponenten zueinander Anwenden Die Studierenden können mobile Sensorsysteme implementieren, erklären und einordnen. Erschaffen Studierende sind in der Lage anwendungsspezifische Sensorknoten zu planen und zu kreieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 92430	Ereignisdiskrete Systeme	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Ereignisdiskrete Systeme - Übungen (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Ereignisdiskrete Systeme (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Yiheng Tang Prof. Dr. Thomas Moor	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Moor
5	Inhalt	Formale Sprachen als Modelle ereignisdiskreter Dynamik • reguläre Ausdrücke, endliche Automaten, Nerode-Äquivalenz • natürliche Projektion, synchrone Komposition, Konfliktfreiheit. Entwurf ereignisdiskreter Regler: • Sicherheitsspezifikation, Konfliktfreiheit • supremale steuerbare Teilsprache, Fixpunktiterationen • Normalität, Regelung unter eingeschränkter Beobachtbarkeit. Anwendungsstudie: • Modellbildung eines einfachen technischen Prozesses • Spezifikation/Entwurf/Simulation am Anwendungsbeispiel
6	Lernziele und Kompetenzen	Teilnehmer dieser Veranstaltung • erklären, illustrieren und validieren die vorgestellten Grundlagen formaler Sprachen, • entwickeln einfache Ergänzungen zu den vorgestellten Grundlagen formaler Sprachen, • erklären und illustrieren die vorgestellten Entwurfsverfahren, • überprüfen die vorgestellten Entwurfsverfahren hinsichtlich einzelner Lösungseigenschaften, • entwickeln ereignisdiskrete Modelle einfacher technischer Prozesse, einschließlich formaler Spezifikationen, • wählen im Kontext einfacher technischer Prozesse geeignete Entwurfsverfahren aus und wenden diese kritisch an, • bewerten ihre Regelkreise im Simulationsexperiment.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird empfohlen, eines der folgenden Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) • Einführung in die Regelungstechnik (ERT)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Cassandras, C.G., Lafortune, S.: Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer, 1999

1	Modulbezeichnung 96313	Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (V-Fel-Wel) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (2 SWS) Übung: Übung zu Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernd Witzigmann Dr.-Ing. Friedhard Römer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Bernd Witzigmann
5	Inhalt	Elektromagnetische Feldtheorie für Wellenleiter und Resonatoren Kurze Einführung in die Quantenphysik/Halbleiterttheorie Theorie Licht-Materie Wechselwirkung Glasfaser Halbleiterlaser Photodiode Modulator
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden geben die Grundbegriffe der optoelektronischen Bauelemente und der faserbasierten Informationsübertragung wieder wenden die Grundgleichungen der elektromagnetischen Feldtheorie auf optoelektronische Komponenten an klassifizieren Laser und Photodioden anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte beschreiben, skizzieren und vergleichen den Aufbau und die Materialzusammensetzung unterschiedlicher Bauelemente können anhand der vermittelten Modelle und Beschreibungen die Funktionsweise und Spezifikationen von Lasern, Modulatoren, Photodioden und Wellenleitern beurteilen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	
16	Literaturhinweise	Folien zur Vorlesung Shun Lien Chuang: Physics of Photonic Devices" 2012 (Wiley) Voges und Petermann: Optische Kommunikationstechnik" 2002 (Springer) Coldren and Corzine: Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits" 1995 (Wiley) Saleh and Teich: Fundamentals of Photonics" 1991 (Wiley)

1	Modulbezeichnung 97277	Geometrische numerische Integration Geometric numerical integration	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Geometric Numerical Integration (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Flóra Szemenyei Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	Inhalt	• Integration of ordinary differential equations • Numerical integration • Conservation of first integrals (linear and quadratic invariants) • Symplectic integration of Hamiltonian systems • Variational integrators • Error analysis In this lecture, numerical methods that preserve the geometric properties of the flow of a differential equation are presented. First, basic concepts of integration theory such as consistency and convergence are repeated. Several numerical integration methods (Runge-Kutta methods, collocation methods, partitioned methods, composition and splitting methods) are introduced. Conditions for the preservation of first integrals are derived and proven. After a brief introduction into symmetric methods, symplectic integrators for Lagrange and Hamilton systems are considered. Basic concepts such as Hamilton's principle, symplecticity, and Noether's theorem are introduced. A discrete formulation leads to the class of variational integrators which is equivalent to the class of symplectic methods. The symplecticity leads to a more accurate long-time integration which is proven by concepts of backward error analysis and is demonstrated by means of numerical examples.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen The students are familiar with Lagrange systems and Hamiltonian systems and Hamilton's principle know the terms ordinary differential equation and analytic solution are familiar with consistency and convergence of a discrete evolution know standard integrators to solve ordinary differential equations numerically (Runge-Kutta methods, collocation methods, composition and splitting methods) know symmetric integrators are familiar with the terms first integrals and quadratic invariants are familiar with Noether's theorem and symplecticity of the Hamilton flow know symplectic integrators/variational integrators know conservation properties of symplectic/variational integrators are familiar with variational error analysis and backward error analysis Anwenden

		The students derive Lagrange- and Hamiltons equations determine invariants of dynamical systems implement numerical integrators and solve the ordinary differential equations numerically analyse the numerical solutions regarding accuracy, conservation of invariants, convergence, symmetry
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• E. Hairer, G. Wanner and C. Lubich, Geometric Numerical Integration: Structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations. Springer, 2006. • E. Hairer, S. Nørsett, and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. I Nonstiff problems. Springer, 1993. • E. Hairer and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. II Stiff and differential-algebraic problems. Springer, 2010. • J. E. Marsden and M. West, Discrete mechanics and variational integrators. Acta Numerica, 2001. • E. Hairer, C. Lubich and G. Wanner. Geometric numerical integration illustrated by the StörmerVerlet method. Acta Numerica, 2003. • E. Süli and D. F. Mayers, An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, 2003.

1	Modulbezeichnung 47614	Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Green AI - AI for Sustainability and Sustainability of AI (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Eva Dorschky René Raab	

4	Modulverantwortliche/r	Eva Dorschky Prof. Dr. Björn Eskofier
5	Inhalt	Can we use AI to combat global climate change? How can advances in machine learning and data science help to monitor climate crises and to conserve nature? What is the role of AI in reducing greenhouse gas emissions in the manufacturing industries, transportation infrastructure, agriculture, and power sector? In this seminar, we will develop and discuss future perspectives of AI for sustainability, considering the sustainability of AI itself. Current advances in machine learning, particularly deep learning, are enabling new applications but are accompanied by an exponential increase in computational cost and thus significant carbon emissions (Schwartz et al., 2020; Vinuesa et al., 2020). In this seminar, we will learn about important aspects of improving the sustainability of machine learning algorithms. This seminar offers a different perspective on machine learning as taught in other courses, namely its role in global climate change. This aspect is becoming increasingly important in research, but also in industry. Therefore, this seminar provides the following items: • Introduction to "Green AI" versus "Red AI" • Guests talks on related research topics • Group discussions on future prospects of AI, specifically machine learning • Best practices for literature review and scientific presentations • Literature review on Green AI in certain areas in groups • Scientific talk of each student on one specific topic
6	Lernziele und Kompetenzen	Students will analyze • the opportunities that AI offers to combat global climate change • the negative impact of AI on global climate change • current research topics in the field of "Green AI" Students will be able to • discuss and work in a group • perform and write a literature review • give a scientific presentation
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Basic knowledge in machine learning is required to take part in the seminar. Students are expected to have completed one or more basic courses, such as PR, PA, IntroPR, DL, MTLs, or equivalent.

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Schwartz, Roy et al. (2020). "Green ai. In: Communications of the ACM 63.12, pp. 54 63. Vinuesa, Ricardo et al. (2020). "The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. In: Nature communications 11.1, pp. 110.

1	Modulbezeichnung 92345	Human-centered mechatronics and robotics no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Human-centered mechatronics and robotics (2 SWS) Übung: Human-centered mechatronics and robotics (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	• Human-oriented design methods • Biomechanics - Motions, measurement, and analysis - Biomechanical models Elastic robotics - Elastic actuators - Control methods • Cognitive and physical human-robot interaction • Empirical research methods - Research process and experiment design - Research methods, interferences, and ethics
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to: • Tackle the interdisciplinary challenges of human-centered robot design. • Use engineering methods for modeling, design, and control to develop human-centered robots. • Apply methods from psychology (perception, experience), biomechanics (motion and human models), and engineering (design methodology) and interpret their results. • Develop robotic systems that are provide user-oriented interaction characteristics in addition to efficient and reliable operation.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Ott, C. (2008). Cartesian impedance control of redundant and flexible-joint robots. Springer. • Whittle, M. W. (2014). Gait analysis: an introduction. Butterworth-Heinemann. • Burdet, E., Franklin, D. W., & Milner, T. E. (2013). Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press. • Gravetter, F. J., & Forzano, L. A. B. (2018). Research methods for the behavioral sciences. Cengage Learning. • Further topic-specific text books and selected research articles.

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Björn Eskofier Madeleine Flaucher Wolfgang Mehringer Anastasiya Zakreuskaya
5	Inhalt	Das Modul vermittelt Konzepte, Prinzipien, Modelle, Methoden und Techniken für die effektive Entwicklung von benutzerfreundlichen Mensch-Computer-Schnittstellen. Das Thema moderner Benutzungsschnittstellen wird dabei für klassische Computer aber auch für mobile Geräte, eingebettete Systeme, Automobile und intelligente Umgebungen betrachtet. Die folgenden Themen werden im Modul behandelt: • Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion, historische Entwicklung • Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme • Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers • Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides • Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme • Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen • Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge • Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten • Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung Contents: The module aims to teach basic knowledge of concepts, principles, models, methods and techniques for developing highly user-friendly Human-Computer Interfaces. Beyond traditional computer systems, modern user interfaces are also discussed in the context of automobile and intelligent environments, mobile devices and embedded systems. This module addresses the following topics: • Introduction to the basics of Human-Computer Interaction

		• Design principles and models for modern user interfaces and interactive systems • Information processing of humans, perception, motor skills, properties and skills of the users • Interaction concepts, metaphors, standards, norms and style guides • In- and output devices, design space for interactive systems • Analysis-, design- and development of methodologies and tools for easy-to-use user interfaces • Prototypic implementation of interactive systems • Architectures for interactive systems, User Interface Toolkits and components • Acceptance, evaluation methods and quality assurance
6	Lernziele und Kompetenzen	• Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion. • Sie lernen verschiedene Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile. • Die Teilnahme an der Veranstaltung versetzt Studierende in die Lage, einen Entwicklungsprozess in der Mensch-Computer-Interaktion zu verstehen und umzusetzen. • Sie werden weiterhin in die Lage versetzt, dies vor dem Hintergrund der Informationsverarbeitungsfähigkeit, Wahrnehmung und Motorik des Benutzers zu gestalten. • Passende Methoden der Evaluation sowie Akzeptanz- und Qualitätssicherung werden erlernt. Learning Objectives and Competences: • Students develop an understanding of models, methods and concepts in the field of Human-Computer Interaction. • They learn different approaches for designing, developing and evaluating User Interfaces and their advantages and disadvantages. • Joining the course enables students to understand and execute a development process in Human-Computer Interaction. • Students will be able to do a UI evaluation by learning the basics of information processing, perception and motoric skills of the user. • Appropriate evaluation methods, as well as acceptance and quality assurance aspects, will be learned.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

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

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

		• verstehen und analysieren Verbundentropie und statistische Abhängigkeiten in Bild- und Videodaten • berechnen skalare und vektorielle Quantisierer nach unterschiedlichen Optimierungsvorgaben (minimaler mittlerer quadratischer Fehler, entropiecodiert, eingebetteter Quantisierer) • bestimmen und evaluieren optimale ein- und zwei-dimensionale lineare Prädiktoren • wenden Prädiktion und Quantisierung sinnvoll in einem gemeinsamen DPCM-System an • verstehen das Prinzip und die Effekte von Transformations- und Teilbandcodierung für Bilddaten einschließlich optimaler Bitzuteilungen • beschreiben die Grundzüge der menschlichen visuellen Wahrnehmung für Helligkeit und Farbe • analysieren Blockschalbilder und Wirkungsweisen hybrider Coder und Decoder für Videosignale • kennen die maßgeblichen internationalen Standards aus ITU und MPEG zur Bild- und Videokompression. The students • visualize multi-dimensional sampling and the influence of motion within the video signal • differentiate and evaluate different methods for lossless image and video coding • understand and analyze mutual entropy and statistical dependencies in image and video data • determine scalar and vector quantization for different optimization criteria (minimum mean square error, entropy coding, embedded quantization) • determine and evaluate optimal one-dimensional and two-dimensional linear predictor • apply prediction and quantization for a common DPCM system • understand the principle and effects of transform and subband coding for image data including optimal bit allocation • describe the principles of the human visual system for brightness and color • analyze block diagrams and the functioning of hybrid coders and decoders for video signals • know the prevailing international standards of ITU and MPEG for image and video compression.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul Signale und Systeme II" und das Modul Nachrichtentechnische Systeme"
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

1	Modulbezeichnung 92358	Inertial Sensor Fusion no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Inertial Sensor Fusion (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Simon Bachhuber Dr. Ive Weygers	

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

		They are able to track the motion of multi-link kinematic chains, e.g. robotic actuators or human limbs, in three dimensional space.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	- Woodman, O.J. An Introduction to Inertial Navigation; University of Cambridge, Computer Laboratory: Cambridge, UK, 2007. T. Seel, M. Kok, R. McGinnis, "Inertial Sensors Applications and Challenges in a Nutshell", Sensors 2020, 20, 6221. M. Kok, J. D. Hol, and T. B. Schön, "An optimization-based approach to human body motion capture using inertial sensors, IFAC Proceedings Volumes, vol. 47, no. 3, pp. 7985, Jan. 2014. B. Taetz, G. Bleser, and M. Miezal, "Towards self-calibrating inertial body motion capture, in 2016 19th International Conference on Information Fusion (FUSION), Jul. 2016, pp. 17511759. D. Lehmann, D. Laidig, and T. Seel, "Magnetometer-free motion tracking of one-dimensional joints by exploiting kinematic constraints, Proceedings on Automation in Medical Engineering, vol. 1, no. 1, pp. 027027, 2020. D. Laidig, D. Lehmann, M.-A. Bégin, and T. Seel, "Magnetometer-free realtime inertial motion tracking by exploitation of kinematic constraints in 2-dof joints, 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp. 12331238, 2019. M. Caruso, A.M. Sabatini, D. Laidig, T. Seel, M. Knaflitz, U. DellaCroce, A. Cereatti. Analysis of the Accuracy of Ten Algorithms for Orientation Estimation Using Inertial and

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

1	Modulbezeichnung 96101	Integrierte Navigationssysteme no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Integrierte Navigationssysteme (1 SWS) Vorlesung: Integrierte Navigationssysteme (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Jörn Thielecke	

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

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine formalen Voraussetzungen, geeignet für Masterstudium, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Physik, Signal- & System-theorie, Wahrscheinlichkeitstheorie.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%) Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie mindestens 75% der Hausaufgaben einschließlich der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Skriptum zur Lehrveranstaltung.

1	Modulbezeichnung 43405	Introduction to Deep Learning no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Deep Learning (SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Vasileios Belagiannis	

4	Modulverantwortliche/r	
5	Inhalt	Bei der digitalen Übertragung spielen Kanalverzerrungen aufgrund ständig steigender Datenraten eine immer grössere Rolle. Bei vielen Anwendungen müssen für eine zuverlässige Übertragung komplexe Entzerrverfahren eingesetzt werden. Dies gilt sowohl für die leitungsgebundene als auch die drahtlose Kommunikation. Z.B. werden in der xDSL-Systemfamilie (Digital Subscriber Lines), die eine schnelle digitale Übertragung über Ortsanschlussleitungen gewährleistet, oft entscheidungsrückgekoppelte Entzerrverfahren oder Vorcodierungsverfahren eingesetzt und beim Mobilfunkstandard GSM und seiner Weiterentwicklung EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung bzw. zustandsreduzierte Entzerrung. Eng im Zusammenhang mit der eigentlichen Entzerrung stehen Adaptionsverfahren, mit denen die Parameter des Entzerrers optimal an den Übertragungskanal angepasst werden können. Lernziel: Ziel der Vorlesung ist eine umfassende Darstellung gebräuchlicher Entzerrungs- und Adaptionsverfahren. Den Teilnehmern sollen fundierte Kenntnisse der verschiedenen Verfahren vermittelt werden, die sie zu deren sinnvollem Einsatz in der Praxis befähigen. Content: Channel distortions are playing an increasingly important role in digital transmission due to constantly increasing data rates. In many applications, complex equalization techniques must be used for a reliable transmission. This applies to both wired and wireless communication. For example, decision feedback equalization or precoding techniques are often used in the xDSL (Digital Subscriber Lines) system family, which ensures fast digital transmission over local subscriber loops, and the GSM system and its advanced version EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) employ maximum likelihood sequence estimation and state-reduced equalization. Closely related to the task of equalization are adaptation methods with which the parameters of the equalizer can be optimally adjusted to the transmission channel. Objective: The aim of the lecture is a comprehensive presentation of common equalization and adaptation methods. The participants should acquire an in-depth knowledge of the various procedures which enables them to make meaningful design decisions in practice.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • beschreiben verschiedene Verfahren zur Entzerrung frequenzselektiver Übertragungskanäle wie lineare

		Entzerrung, entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung, • setzen die verschiedenen Ansätze in Blockdiagramme um und optimieren deren Komponenten, • vergleichen Entzerrverfahren hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit, charakterisiert durch die Fehlerrate, und Komplexität, • wählen geeignete Verfahren für verschiedene Anwendungen wie leitungsgebundene und drahtlose Übertragung aus, • entwerfen neuartige Verfahren für gegebene Anforderungen, • formulieren Adaptionalgorithmen zur automatischen Anpassung des Empfängers eines Übertragungssystems an den Kanal, • ordnen Entzerrverfahren einen geeigneten Adaptionalgorithmus zu. Learning Objectives and Competences: The students - describe various methods for equalizing frequency-selective transmission channels such as linear equalization, decision feedback equalization and maximum likelihood sequence estimation, - realize various approaches in block diagrams and optimize their components, - compare equalization methods in terms of their performance, characterized by the error rate, and complexity, - select suitable methods for various applications such as wired and wireless transmission, - design novel schemes for given requirements, - formulate adaptation algorithms for automatic adaptation of the receiver of a transmission system to the channel, - assign suitable adaptation algorithms to equalization schemes.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorkenntnisse in Systemtheorie und digitaler Signalverarbeitung, sowie entweder der Vorlesung Nachrichtentechnische Systeme oder Digitale Übertragung sind für die Teilnahme hilfreich.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	
16	Literaturhinweise	Gerstacker, W.: Skriptum zur Vorlesung Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung. Huber, J.: Trelliscodierung, Springer Verlag, Berlin, 1992. Benedetto, S., Biglieri, E.: Principles of Digital Transmission with Wireless Applications, Kluwer Academic Publishers, New York, 1999. Proakis, J. G.: Digital Communications. McGraw-Hill, New York, 3. ed., 1995. Haykin, S.: Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 3. ed., 1996.

1	Modulbezeichnung 47698	Introduction to Explainable Machine Learning no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Explainable Machine Learning (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Simon Bachhuber Dr. Ive Weygers	

4	Modulverantwortliche/r	Simon Bachhuber Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Dr. Ive Weygers
5	Inhalt	This course gives an introduction to explainable and interpretable methods and approaches in machine learning. We discuss prominent concepts in explainable machine learning, analyze and compare their potential and shortcomings, and apply them to example problems. The covered topics include but are not limited to: • the role of explanations in machine learning (ML) • definitions and terminology in explainable ML • inherent versus post-hoc explainability • prototypes in classification • heat maps and saliency-based approaches • global post-hoc explanations via surrogate models • additive feature attribution methods • local interpretable model-agnostic explanations • explanations via Shapley values • advanced methods from recent literature • plausability, faithfulness, comprehensibility and consistency of explanations The example problems to which we will apply the concepts and methods will stem from application domains in which explainability is considered crucial, such as digital health.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Participants will be familiar with several machine learning concepts and methods that yield explainable results. They will know which properties explanations should ideally have and in which ways they can be assessed. Verstehen Participants will understand the relevance and usefulness of different levels and types of explainability in machine learning. Anwenden Participants will be familiar with the employment of several methods that yield explainable results, and they will be able to apply them to example problems. Lern- bzw. Methodenkompetenz Participants analyze and discuss scientific publications in the context of a given broader topic. Participants deepen and challenge their

		understanding of the taught concepts by designing and answering short quizzes. Sozialkompetenz Participants successfully collaborate in small teams, they effectively exchange arguments and self-organize to produce a joint result within a given time frame.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Participants should be familiar with fundamental methods and concepts in machine learning. They should, for example, have completed one of the following courses • Machine Learning for Engineers • Maschinelles Lernen für Zeitreihen • Pattern Recognition • Deep Learning
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• C. Molnar. "Interpretable Machine Learning A Guide for Making Black Box Models Explainable https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/ • A. Thampi. "Interpretable AI Building explainable machine learning systems, Manning, https://www.manning.com/books/interpretable-ai • Samek, W., Montavon, G., Vedaldi, A., Hansen, L.K., Müller, K.-R. (Editors). "Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning, Springer, 2019. • HJ Escalante, S. Escalera, I. Guyon, X. Baró, Y. Güçlütürk, U. Güçlü, M. van Gerven (Editors) . "Explainable and Interpretable Models in Computer Vision and Machine Learning, Springer, 2018. • Biran, Or, and Courtenay Cotton. "Explanation and justification in machine learning: A survey." In IJCAI-17 Workshop on ExplainableAI (XAI), p. 8. 2017, http://www.cs.columbia.edu/~orb/papers/xai_survey_paper_2017.pdf.

	• Doshi-Velez, Finale, and Been Kim. "Towards a rigorous science of interpretable machine learning." arXiv preprint, 2017, https://arxiv.org/abs/1702.08608. • R Guidotti, A Monreale, F Turini, D Pedreschi, F Giannotti. "A survey of methods for explaining black box models." arXiv preprint, 2018, https://arxiv.org/abs/1802.01933.

1	Modulbezeichnung 65718	Introduction to Machine Learning Introduction to machine learning	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Machine Learning (2 SWS) Übung: Introduction to Machine Learning Exercises (2 SWS) Übung: Introduction to Machine Learning Tutorial (2 SWS)	5 ECTS 1,25 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Paul Stöwer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	Inhalt	Die Vorlesung hat zum Ziel, die Studierenden mit dem prinzipiellen Aufbau eines Mustererkennungssystems vertraut zu machen. Es werden die einzelnen Schritte von der Aufnahme der Daten bis hin zur Klassifikation von Mustern erläutert. Die Vorlesung beginnt dabei mit einer kurzen Einführung, bei der auch die verwendete Nomenklatur eingeführt wird. Die Analog-Digital-Wandlung wird vorgestellt, wobei der Schwerpunkt auf deren Auswirkungen auf die weitere Signalanalyse liegt. Im Anschluss werden gebräuchliche Methoden der Vorverarbeitung beschrieben. Ein wesentlicher Bestandteil eines Mustererkennungssystems ist die Merkmalsextraktion. Verschiedene Ansätze zur Merkmalsberechnung/-transformation werden gezeigt, darunter Momente, Hauptkomponentenanalyse und Lineare Diskriminanzanalyse. Darüber hinaus werden Möglichkeiten vorgestellt, Merkmalsrepräsentationen direkt aus den Daten zu lernen. Die Vorlesung schließt mit einer Einführung in die maschinelle Klassifikation. In diesem Kontext wird der Bayes- und der Gauss-Klassifikator besprochen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erklären die Stufen eines allgemeinen Mustererkennungssystems • verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung • verstehen und implementieren Histogrammequalisierung und -dehnung • vergleichen verschiedene Schwellwertmethoden • verstehen lineare, verschiebungsinvariante Filter und Faltung • wenden verschiedene Tief- und Hochpassfilter sowie nichtlineare Filter an • wenden verschiedene Normierungsmethoden an • verstehen den Fluch der Dimensionalität • erklären verschiedene heuristische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Projektion auf einen orthogonalen Basisraum, geometrische Momente, Merkmale basierend auf Filterung • verstehen analytische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Hauptkomponentenanalyse, Lineare Diskriminanzanalyse • verstehen die Basis von Repräsentationslernen

		• erläutern die Grundlagen der statistischen Klassifikation (Bayes-Klassifikator) • benutzen die Programmiersprache Python, um die vorgestellten Verfahren der Mustererkennung anzuwenden • lernen praktische Anwendungen kennen und wenden die vorgestellten Algorithmen auf konkrete Probleme an
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Ein Mustererkennungssystem besteht aus den folgenden Stufen: Aufnahme von Sensordaten, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion und maschinelle Klassifikation. Diese Vorlesung beschäftigt sich in erster Linie mit den ersten drei Stufen und schafft damit die Grundlage für weiterführende Lehrveranstaltungen (Pattern Recognition und Pattern Analysis).
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Vorlesungsfolien • Heinrich Niemann: Klassifikation von Mustern, 2. überarbeitete Auflage, 2003 • Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas: Pattern Recognition, 4. Auflage, Academic Press, Burlington, 2009 • Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2. Auflage, John Wiley & Sons, New York, 2001

1	Modulbezeichnung 894856	Künstliche Intelligenz I Artificial intelligence I	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Künstliche Intelligenz I (2 SWS) Vorlesung: Artificial Intelligence I (4 SWS)	- 7,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Florian Rabe Prof. Dr. Michael Kohlhase	

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

		- Agent Models as foundation of AI - Logic Programming in Prolog - Heuristic Search as a method for problem solving - Adversarial Search (automating board games) via heuristic search - Constraint Solving/Propagation - Logical Languages for knowledge representation - Inference and automated theorem proving - Classical Planning - Planning and Acting in the real world.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Portfolio (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009. Deutsche Ausgabe: Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1.

1	Modulbezeichnung 532733	Künstliche Intelligenz II Artificial intelligence II	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Artificial Intelligence II (4 SWS) Übung: Übungen zu Artificial Intelligence II (2 SWS)	- -
3	Lehrende	PD Dr. Florian Rabe Prof. Dr. Michael Kohlhase	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	Inhalt	Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere mit Techniken des Schließens unter Unsicherheit, des maschinellen Lernens und der Sprachverarbeitung. Das Modul baut auf dem Modul Künstliche Intelligenz I vom Wintersemester auf und führt dieses weiter.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fach- Lern- bzw. Methodenkompetenz - Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen. - Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben). - Analyse: Die Studierenden lernen über die Modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen. Sozialkompetenz - Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen. Inhalte: • Inferenz unter Unsicherheit • Bayessche Netzwerke • Rationale Entscheidungstheorie (MDPs and POMDPs) • Machinelles Lernen und Neuronale Netzwerke • Verarbeitung Natürlicher Sprache --- This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular reasoning under uncertainty, machine learning and (if there is time) natural language understanding. This course builds on the course Artificial Intelligence I from the preceding winter semester and continues it. Learning Goals and Competencies Technical, Learning, and Method Competencies • Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI. • Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks). • Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better. • Social Competences: Students work in small groups to solve the and machine learning challenge/competition. Contents:

		• Inference under Uncertainty • Bayesian Networks • Rational Decision Theory (MDPs and POMDPs) • Machine Learning and Neural Networks • Natural Language Processing
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Portfolio (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009. Deutsche Ausgabe: Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1. Literature The course follows the following textbook: Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.

1	Modulbezeichnung 95068	Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Thomas Altstidl	

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	Inhalt	This is an advanced course with a focus on deep learning (DL) techniques that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers • Extended introduction into fundamental concepts of deep neural networks (DNN) • In-depth review of various optimization techniques for learning neural network parameters • Specification of several regularization techniques for neural networks • Theoretical understanding of application-specific neural network architectures (such as convolutional neural networks (CNN) for images and recurrent neural networks (RNN) for time series)
6	Lernziele und Kompetenzen	After successfully participating in this course, students should be able to • discuss advantages and disadvantages of different optimization techniques • design a suitable and promising neural network architecture and train it on existing data using Python and Keras • choose a suitable regularization technique in case of problems
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h

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

1	Modulbezeichnung 95067	Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Thomas Altstidl Prof. Dr. Nico Hanenkamp Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	Inhalt	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 • Introduction to Python programming in the field of data science • Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction) • Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN)) • Practical application of these machine learning methods on engineering problems
6	Lernziele und Kompetenzen	After successfully participating in this course, students should be able to • independently recognize the task domain at hand for new applications • select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties • apply the chosen methodology to the given problem using Python
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester

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

1	Modulbezeichnung 668129	Machine Learning in Communications Machine learning in communications	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning in Communications (4 SWS) Übung: Tutorial for Machine Learning in Communications (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Nikita Shanin	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Laura Cottatellucci
5	Inhalt	Recently, in many areas of wireless communications such as wireless sensor networks (WSNs), heterogeneous networks and complex ad hoc networks, distributed graph algorithms and machine learning on graphs are gaining relevance as fundamental tools in network analysis and information processing. This motivates to deliver a general introduction to fundamentals of machine learning such as detection of clusters on graphs. The introduction is followed by the application of machine learning to the design of physical and data layer techniques in wireless communications and in the optimization of mobile networks.
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • know and explain the fundamentals of machine learning with special attention to machine learning over graphs. • apply these principles in the design and optimisation of wireless communications systems and mobile networks.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler
5	Inhalt	This course is an introduction into machine learning and artificial intelligence. The special emphasis is on applications to modern signal processing problems. The course is focused on design principles of machine learning algorithms. The lectures start with a short introduction, where the nomenclature is defined. After this, probabilistic graphical models are introduced and the use of latent variables is discussed, concluding with a discussion of hidden Markov models and Markov fields. The second part of the course is about deep learning and covers the use of deep neural networks for machine learning tasks. In the last part of the lecture, the use of deep neural networks for speech processing tasks is introduced. The course is based on the materials and video footage from Dr. Roland Maas. He is an outstanding machine learning expert and a former member of the Chair of Multimedia Communications and Signal Processing.
6	Lernziele und Kompetenzen	After attending the lecture, students will be able to • understand regression and classification problems • apply PDF estimation algorithms • understand Gaussian mixture models and expectation-maximization • apply principal component analysis and independent component analysis • assess different estimation algorithms • explain the application of machine learning to system identification • apply hidden Markov models • understand different artificial neural network architectures • explain deep learning principles • apply artificial neural networks • devise learning strategies for deep neural networks • assess the application of deep neural networks for speech processing tasks.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

		Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich/mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich/mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Literature: • C. M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, http://www.research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/PRML • S. Theodoridis and K. Koutroumbas: Pattern Recognition • M. Nielsen: Neural Networks and Deep Learning.

1	Modulbezeichnung 482355	Maschinelles Lernen für Zeitreihen Deluxe Machine learning for time series deluxe	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Maschinelles Lernen für Zeitreihen Übung (2 SWS) Vorlesung: Maschinelles Lernen für Zeitreihen (2 SWS) Praktikum: Maschinelles Lernen für Zeitreihen Laborprojekt (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christopher Mutschler Richard Dirauf Prof. Dr. Björn Eskofier Dr. Dario Zanca Johannes Roider An Nguyen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Oliver Amft Prof. Dr. Björn Eskofier Dr. Dario Zanca	
5	Inhalt	Aim of the lecture is to teach Machine learning (ML) and Deep Learning (DL) methods for a variety of time series applications. The following topics will be covered: - Fundamentals and an overview of applications of time series analysis. - Fundamentals of ML methods, such as Gaussian processes, State Space models, and Autoregressive models for time series. - Design, implementation and evaluation of ML methods in order to address time series problems. - Advanced DL methods for time-series, such as Convolutional, Recurrent, and Attention-based models. - Working with widely-used toolboxes that can be used for implementation of ML methods, such as Tensorflow or Keras	
6	Lernziele und Kompetenzen	- Students can describe concepts of time series problems and their wide applications in industry, medicine, finance, etc. - Students can explain concepts of ML/DL methods in general and tackling time series problems in particular - Students understand the characteristics of time series data and are capable of developing and implementing ML/DL methods to model, predict and manipulate such data in concrete problems	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	This is a specialisation lecture; successful completion of the lectures "IntroPR" and/or "Pattern Recognition" / "Pattern Analysis" is recommended. Concepts taught in "IntroPR" are assumed here as basic knowledge.	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Pattern recognition and machine learning. Christopher M. Bishop, Springer, 2006 • The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, Springer, 2009 • Machine Learning: A Probabilistic Perspective. Kevin Murphy, MIT press, 2012 • Deep Learning. Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, MIT Press, 2016

1	Modulbezeichnung 94968	Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik (2 SWS) Übung: Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik - Übungen (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka Johannes Reinhard	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	Inhalt	Die Vorlesung vermittelt Grundbegriffe und Grundlagen zu Methoden des Maschinellen Lernens, die aktuell verstärkt in der Regelungstechnik Einzug halten. Die Anwendungen gehen hier von der einfachen Parameteridentifikationsaufgabe bis hin zu gänzlich auf Maschinellern basierenden Regelungsverfahren. Inhalte der Vorlesung: • Grundbegriffe des Maschinellen Lernens und von Zufallsprozessen • Iterativ lernende Regelung • Lineare Regression • Gaußprozess-Regression • Logistische Regression und Support Vector Machine • Neuronale Netze • Reinforcement Learning
6	Lernziele und Kompetenzen	Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden: • können die Grundbegriffe des maschinellen Lernens und von dafür eingesetzten Optimierungsverfahren sowie der Anwendung der Methoden in der Regelungstechnik erklären. • können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens voneinander abgrenzen und im Detail erläutern. • können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens in regelungstechnischen Anwendungen umsetzen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Grundkenntnisse der höheren Mathematik • Grundkenntnisse der Regelungstechnik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

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

1	Modulbezeichnung 92347	Mechatronic components and systems (MCS) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronic components and systems (2 SWS) Übung: Mechatronic components and systems (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	System thinking and integration - Interactions of hardware and software - Engineering design methods Mechanical components - Energy conductors and transformers - Control elements and energy storages Actuators - Electrodynamical and electromagnetic actuators - Fluid actuators and unconventional actuators • Sensors for measuring mechanical quantities • Control and information processing
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to: • Holistically understand mechatronic systems and optimize them using methods of system integration, control, and information processing. • Grundlegende mechanische Komponenten unterscheiden, charakterisieren, modellieren und im Rahmen des Systementwurfs auswählen und dimensionieren. • Distinguish, characterize, model, and select basic mechanical components to dimension them in terms of system design. • Describe electrodynamic, electromagnetic, fluid power, and unconventional actuators phenomenologically and mathematically to dimension them considering the overall system. • Describe sensors for measuring mechanical quantities phenomenologically and mathematically and dimension them taking into account the overall system.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker. • Isermann, R. (2007). Mechatronische Systeme: Grundlagen. Springer. • Janocha, H. (Ed.). (2013). Aktoren: Grundlagen und Anwendungen. Springer

1	Modulbezeichnung 97270	Mehrkörperdynamik Multibody dynamics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Mehrkörperdynamik (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Mehrkörperdynamik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Theresa Wenger Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	Inhalt	• Kinematik für Systeme gekoppelter starrer Körper • Dreidimensionale Rotationen • Newton-Euler-Gleichungen des starren Körpers • Bewegungsgleichungen für Systeme gekoppelter Punktmassen/starrer Körper • Parametrisierung in generalisierten Koordinaten und in redundanten Koordinaten • Untermannigfaltigkeiten, Tangential- und Normalraum • Nichtinertialkräfte • Holonome und nicht-holonome Bindungen • Bestimmung der Reaktionsgrößen in Gelenken • Indexproblematik bei numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Bewegungsgleichungen mit Bindungen • Steuerung in Gelenken • Topologie von Mehrkörpersystemen
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden: • kennen das innere, äußere und dyadische Produkt von Vektoren. • kennen die einfache und zweifache Kontraktion von Tensoren. • kennen den Satz von Euler für die Fixpunktdrehung. • kennen mehrere Möglichkeiten, dreidimensionale Rotationen zu parametrisieren (etwa Euler-Winkel, Cardan-Winkel oder Euler-Rodrigues-Parameter). • kennen die Problematik mit Singularitäten bei Verwendung dreier Parameter. • kennen die $SO(3)$ und $so(3)$. • kennen den Zusammenhang zwischen Matrixexponentialfunktion und Drehzeiger. • kennen die Begriffe Untermannigfaltigkeit, Tangential- und Normalraum. • kennen die Begriffe Impuls und Drall eines starren Körpers. • kennen den Aufbau der darstellenden Matrix des Trägheitstensors eines starren Körpers. • kennen den Satz von Huygens-Steiner. • kennen die Begriffe holonom-skleronome und holonom-rheonome Bindungen. • 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 eingepägten 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 verketteten.

- 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.

Analysieren

Die Studierenden:

		• können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) eigenständig durch Integration bestimmen. • können die Auswirkungen der Zentrifugalmomente eines starren Körpers bei der Auslegung von Maschinen qualitativ und quantitativ beurteilen. Erschaffen Die Studierenden: • können Mehrkörpermodelle realer Maschinen mit starren Körpern, Krafterelementen und Gelenken selbstständig aufbauen. • können deren Dynamik durch numerische Simulation analysieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Dynamik starrer Körper
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Schiehlen, Eberhard: Technische Dynamik. Teubner, 2004 • Woernle: Mehrkörpersysteme. Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper. Springer, 2011

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Moor
5	Inhalt	• Gewöhnliche Differentialgleichungen als mathematisches Modell technischer Prozesse • Zustandsraumdarstellung, Linearisierung, Übertragungsfunktionen • Regelungstechnische Modelle mechanischer Systeme • Regelungstechnische Modelle chemischer Prozesse • Numerische Verfahren zur Simulation
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erläutern grundlegende Vorgehensweisen und Techniken der Modellbildung, • entwickeln umfassende regelungstechnische Modelle für einfache technische Prozesse, • entwickeln Modelle komplexer mechanischer Systeme, • erläutern etablierte Modelle ausgewählter chemischer Prozesse, • diskutieren die vorgestellten Verfahren zur Simulation mit geeigneten Mitteln der Mathematik.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

16	Literaturhinweise	Woods, R.L., Lawrence, K.L.: Modeling and Simulation of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1997

1	Modulbezeichnung 92529	Nonlinear Control Systems no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Nonlinear Control Systems - Exercises (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Nonlinear Control Systems (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Daniel Landgraf Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	Inhalt	Many control problems are nonlinear by nature. Classical control methods are based on linear approximations or a linearization of these systems in the neighborhood of setpoints to be controlled. In contrast to linear control theory, this module focuses on advanced nonlinear methods for the analysis and control of nonlinear systems by exploiting structural properties. In summary, the course covers the following topics: • Examples of nonlinear physical systems and nonlinear phenomena • Introduction to computer algebra software • Analysis of nonlinear systems • Stability of nonlinear systems (Lyapunov stability) • Lyapunov-based control design (Backstepping) • Reachability/controllability and observability of nonlinear systems • Exact linearization via feedback • Differential flatness of nonlinear systems • Flatness-based feedforward and feedback control of nonlinear systems
6	Lernziele und Kompetenzen	After successful completion of the module, students will be able to • describe and analyze nonlinear systems • determine the input/output behavior of nonlinear systems • design nonlinear state feedback controllers via exact input-output and input-state linearization • apply the concept of differential flatness for the feedforward feedback control of nonlinear systems • use computer algebra software for the analysis and control design of nonlinear systems
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Basic knowledge of advanced mathematics Linear control theory (state space methods), e.g. "Regelungstechnik B"
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)

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

1	Modulbezeichnung 92528	Numerical Optimization and Model Predictive Control no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control - Exercises (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Paulina Spenger Dr.-Ing. Andreas Völz Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

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

		Basic knowledge of dynamical systems in time domain description (e.g. Regelungstechnik B)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	S. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004 J. Nocedal, S.J. Wright. Numerical Optimization. New York: Springer, 2006 M. Papageorgiou, M. Leibold, M. Buss. Optimierung. Berlin: Springer, 2012 C.T. Kelley. Iterative Methods for Optimization. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 1999 D.P. Bertsekas. Nonlinear Programming. Belmont. Athena Scientific, 1999 E. Camacho, C. Alba. Model Predictive Control. 2. Auflage, Springer, 2004 L. Grüne, J. Pannek. Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Algorithms, Springer, 2011

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	Inhalt	Es werden umfassend die technischen und physikalischen Grundlagen des Lasers behandelt. Der Laser als optische Strahlquelle stellt eines der wichtigsten Systeme im Bereich der optischen Technologien dar. Ausgehend vom Helium-Neon-Laser als Beispielsystem werden die einzelnen Elemente wie aktives Medium und Resonatoren eines Lasers sowie die ablaufenden physikalischen Vorgänge eingehend behandelt. Es folgt die Beschreibung von Laserstrahlen und ihrer Ausbreitung als Gauß-Strahlen sowie Methoden zur Beurteilung der Strahlqualität. Eine Übersicht über verschiedene Lasertypen wie Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser bietet einen Einblick in deren charakteristische Eigenschaften und Anwendungen. Vervollständigt wird die Vorlesung durch die grundlegende Beschreibung von Lichtwellenleitern, Faserverstärkern und halbleiterbasierten optoelektronischen Bauelementen wie Leuchtdioden und Photodioden.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • können Grundlagen der Physik des Lasers darlegen. • verstehen Eigenschaften und Beschreibungsmethoden von laseraktiven Medien, der stimulierte Strahlungsübergänge, der Rategleichungen, von optischen Resonatoren und von Gauß-Strahlen. • können verschiedene Lasertypen aus dem Bereichen Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser erklären und vergleichen. • können grundlegende Eigenschaften von Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterbauelementen erklären und skizzieren. • verstehen Aufbau und Funktionsweise ausgewählter optoelektronischer Bauelemente. • können grundlegende Fragestellung der Lasertechnik eigenständig bearbeiten, um Laserstrahlquellen weiterzuentwickeln und Lasertechnik und Photonik in einer Vielzahl von Anwendungen in Bereichen wie Medizintechnik, Messtechnik, Übertragungstechnik, Materialbearbeitung oder Umwelttechnik einzusetzen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen werden Kenntnisse im Bereich: • Experimentalphysik, Optik • Elektromagnetische Felder • Grundlagen der Elektrotechnik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

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

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

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

		• können die im Inhalt beschriebenen fortgeschrittenen Methoden der Photonik erklären und anwenden. • können technische und wissenschaftliche Anwendungen dieser photonischen Systeme diskutieren, beurteilen und vergleichen. • sind in der Lage, derartige photonische Systeme zu konzipieren und zu entwickeln. • können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und beruflicher Probleme der Photonik entwickeln.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Photonik 1 oder vergleichbare Grundlagen der Photonik und Lasertechnik.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. Springer Verlag, Berlin 2006. Reider, G.A.: Photonik. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2005. Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 1993. Demtröder, W: Laserspektroskopie. Springer Verlag, Berlin 2000.

1	Modulbezeichnung 96940	Praktische Einführung in Machine Learning no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Praktische Einführung in Machine Learning (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Hubert Würschinger	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	Inhalt	Folgende Themengebiete werden unter anderem behandelt: - Grundlagen Machine Learning - Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung - Vorgehensweise bei Machine Learning Projekten - Praktische Einführung in die Programmiersprache Python mit Jupyter Notebook/Google Colab - Praktische Übung zur Anwendung traditioneller Machine Learning Methoden - Kurze Einführung in Neuronale Netze
6	Lernziele und Kompetenzen	Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden lernen die ersten Grundlagen und Begrifflichkeiten zum Thema Machine Learning kennen und im Kontext Künstliche Intelligenz einzuordnen. Der Ablauf und die Durchführung von Machine Learning Projekten werden an praktischen Beispielen aufgezeigt und deren Potenziale und Herausforderungen diskutiert. Für die eigene Umsetzung im Rahmen der Seminararbeiten erfolgt die Einführung in die Programmiersprache Python mit der Erläuterung relevanter Bibliotheken. Die Kenntnisse werden durch die eigenständige Bearbeitung einer Aufgabenstellung aus den Bereichen Audioanalyse zur Überwachung von Maschinen und Prozessen vertieft.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundkenntnisse Python Programmierung
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 22 h Eigenstudium: 53 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 93112	Project Representation Learning no english module name available for this module	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Sonstige Lehrveranstaltung: Project Representation Learning (8 SWS) yes for final presentations and meetings	-
3	Lehrende	Mischa Dombrowski Prof. Dr. Bernhard Kainz	

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

		- present complex technical material orally to a mixed audience - exercise scientific writing skills by way of a substantial written report, summarising your findings Module syllabus There will be a small number of supporting meetings that will 1. describe the structure of the project, including expectations, milestones and deliverables, 2. give guidance on writing and presentation skills targeted specifically at individual projects, 3. explain the assessment procedures. The rest of the project involves an independent investigation under the supervision of an academic advisor.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	You should have very solid programming skills and have knowledge in machine learning, deep learning and computer vision methods.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	A specific reading list will be established at the beginning of each project, general literature is listed below: Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. https://d2l.ai/ Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. https://www.deeplearningbook.org/ A specific reading list will be established at the beginning of each project, general literature is listed below:

	Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. https://d2l.ai/

	Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. https://www.deeplearningbook.org/

1	Modulbezeichnung 96316	Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems Exercises (2 SWS) Vorlesung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Carlowitz Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	Inhalt	Radar, RFID and wireless sensor and wireless locating systems are essential for automotive advanced driver-assistance systems (ADAS), 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. The module "Radar, RFID and Wireless Sensors" is an introduction into functional principles, building blocks, hardware and signal processing concepts and applications of modern radar, RFID, wireless sensor and real time locating systems. Covered applications include automotive radar, road and air traffic control systems, as well as robotics, industrial automation and medical technology. RWS is an identical replacement of the former module "Drahtlose Sensoren, Radar- und RFID-Systeme DSR.
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • learn about the setup, function and application of wireless sensors, Radar and RFID-systems • can analyze, discuss and implement basic components and system structures, signal theory, data processing and use cases • can determine the underlying physical limitations and sources of errors • are able to analyze and create system specifications and can compare and rate the usability of wireless esnsors, Radar and RFID-systems • can create and define independently applications and system designs of RWSs
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich

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

1	Modulbezeichnung 43680	Regelung nichtlinearer Systeme	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Nonlinear Control Systems - Exercises (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Nonlinear Control Systems (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Daniel Landgraf Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	Inhalt	Many control problems are nonlinear by nature. Classical control methods are based on linear approximations or a linearization of these systems in the neighborhood of setpoints to be controlled. In contrast to linear control theory, this module focuses on advanced nonlinear methods for the analysis and control of nonlinear systems by exploiting structural properties. In summary, the course covers the following topics: • Examples of nonlinear physical systems and nonlinear phenomena • Introduction to computer algebra software • Analysis of nonlinear systems • Stability of nonlinear systems (Lyapunov stability) • Lyapunov-based control design (Backstepping) • Reachability/controllability and observability of nonlinear systems • Exact linearization via feedback • Differential flatness of nonlinear systems • Flatness-based feedforward and feedback control of nonlinear systems
6	Lernziele und Kompetenzen	After successful completion of the module, students will be able to • describe and analyze nonlinear systems • determine the input/output behavior of nonlinear systems • design nonlinear state feedback controllers via exact input-output and input-state linearization • apply the concept of differential flatness for the feedforward feedback control of nonlinear systems • use computer algebra software for the analysis and control design of nonlinear systems
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Basic knowledge of advanced mathematics Linear control theory (state space methods), e.g. "Regelungstechnik B
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich

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

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

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

		Frequenzbereichsmethoden der Regelungstechnik selbständig erschließen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Systemtheorie linearer zeitkontinuierlicher Systeme (inkl. Laplace-Transformation)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, 12. Auflage, VDE-Verlag, 2016 • M. Horn, N. Dourdoumas. Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004 • W. Leonhard. Einführung in die Regelungstechnik, 4. Auflage, Vieweg, 1987 • J. Lunze. Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 12. Auflage, Springer, 2020 • R. Unbehauen. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, 2002 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1 und 2, Springer, 1995

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

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

		• beobachterbasierte Zustandsregelungen durch Eigenwertvorgabe entwerfen. • die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987 • O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994 • H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004 • T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995 • D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979 • J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020 • L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974 • W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

1	Modulbezeichnung 93185	Reinforcement Learning no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Reinforcement Learning (SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christopher Mutschler	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Christopher Mutschler
5	Inhalt	The lecture aims at teachin Reinforcement Learning (RL) and will cover the following topics: • Introduction to Reinforcement Learning (Agent-Environment-Interface, Markov Decision Processes) • Dynamic Programming (Bellman Equations, Value Iteration, Policy Iteration) • Model-Free Prediction • Model-Free Control • Value Function Approximation (Linear VFA and DQNs) • Policy-based Reinforcement Learning (Monte-Carlo Policy Gradient, Advantage Estimators, TRPO, PPO) • Model-based RL • Offline RL • Explainable RL • Exploration-Exploitation • Simulation to Reality Transfer • Research frontiers & hot topics, Sim2Real & Real-World Applications
6	Lernziele und Kompetenzen	The students will learn to • understand the basic principle behind sequestration decision making problems and how to translate them into a formal model • compare and analyze methods different agents to search for policies • implement the presented methods in PyTorch, • discuss the social impact of applications that automate decision making
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es handelt sich hier um eine Spezialisierungsvorlesung, eine erfolgreiche Absolvierung der Vorlesungen IntroPR" und/oder Pattern Recognition"/"Pattern Analysis" wird empfohlen. Konzepte, die in IntroPR" vermittelt werden, werden hier als Grundwissen vorausgesetzt.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. 2018. Reinforcement Learning: An Introduction. A Bradford Book, Cambridge, MA, USA. • Bellman, R.E. 1957. Dynamic Programming. Princeton University Press, Princeton, NJ. Republished 2003: Dover, ISBN 0-486-42809-5. • Csaba Szepesvari and Ronald Brachman and Thomas Dietterich. 2010. Algorithms for Reinforcement Learning. Morgan and Claypool Publishers. • Warren B. Powell. 2011. Approximate Dynamic Programming. Wiley. • Maxim Lapan. 2020. Deep Reinforcement Learning Hands-On: Apply modern RL methods to practical problems of chatbots, robotics, discrete optimization, web automation, and more, 2nd Edition. Packt Publishing. • Dimitri P. Bertsekas. 2017. Dynamic Programming and Optimal Control. Athena Scientific. • Miguel Morales. 2020. grokking Deep Reinforcement Learning. Manning. • Laura Graesser and Keng Wah Loon. 2019. Foundations of Deep Reinforcement Learning: Theory and Practice in Python. Addison-Wesley Data & Analytics.

1	Modulbezeichnung 92359	Robot mechanisms and user interfaces no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robot mechanisms and user interfaces (2 SWS) Übung: Robot mechanisms and user interfaces (UE) (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev
5	Inhalt	Mechanical components, short overview/repetition of machine elements, Robot mechanisms, Kinematic parameters and calculations, Evaluation metrics and design methods, Redundant mechanisms and actuation, Human-robot interfaces, Intend detection (sensing) and haptic stimulation (actuators), Interface system design and evaluation, Mechanical and cognitive user models A flip-the-classroom seminar with student presentations and discussion is part of the lecture. The laboratory exercise will be a mini design project in which student groups create their own low-budget haptic human-machine interfaces.
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to: Understand robot mechanisms and apply kinematic calculations for their design and control, Exploit redundancy in kinematic chains and actuation systems, Know components of human-machine interfaces and be able to design such systematically, Know approaches to model human characteristics and behavior for human-machine interface design.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Studienleistung
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) Studienleistung (0%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 94961	Schätzverfahren in der Regelungstechnik no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Schätzverfahren in der Regelungstechnik (4 SWS) Übung: Schätzverfahren in der Regelungstechnik - Übungen (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Thomas Moor Yiheng Tang	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Moor
5	Inhalt	• Überbestimmte lineare Gleichungssysteme zur Parameter und Zustandsschätzung • Least Squares Schätzer via quadratischer Ergänzung • Least Squares Schätzer via Projektionssatz • Linear Least Mean Squares Schätzer stochastischer Größen • Kalman-Filter • Extended Kalman-Filter
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erkennen, ob und wie eine regelungstechnische Problemstellung in dem vorgestellten Rahmen der Schätzverfahren formuliert und gelöst werden kann • erläutern die herangezogenen mathematischen Grundlagen, insbesondere aus der linearen Algebra • können die vermittelten Ansätze im Kontext von einfachen Beispielen anwenden und die jeweils erzielten Ergebnisse kritisch bewerten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlagen der Analysis und Algebra, wie sie z.B. in den Veranstaltungen "Mathematik für Ingenieure" angeboten werden; Grundlagen der Regelungstechnik, z.B. durch Belegung der Module: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (WS 2017/2018) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (WS 2017/2018)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Kailath et al.; Linear Estimation, Prentice Hall, 2000.

1	Modulbezeichnung 172338	Security in Embedded Hardware Security in embedded hardware	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Security in Embedded Hardware (2 SWS) Vorlesung: Security in Embedded Hardware (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Jens Trautmann Paul Krüger Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	

4	Modulverantwortliche/r	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	Inhalt	Der Schutz eingebetteter Systeme gegenüber Angriffe Dritter auf gespeicherte Daten und Implementierungen, stellt eine immer wichtigere, jedoch auch durch zunehmende Vernetzung herausfordernde Aufgabe dar. Der Schutz der eingebetteten Systeme gegenüber bekannten als auch neueren ausgeklügelten Angriffsmöglichkeiten ist Gegenstand dieser Vorlesung. Es wird gezeigt, welche Angriffe existieren, welche Gegenmaßnahmen man ergreifen kann und wie man sichere eingebettete Systeme entwirft. Einleitung und Motivation • Was ist Security? • Die Bedeutung von Security für zuverlässige Systeme • Klassifikation von Angriffen • Entwurf eingebetteter Systeme Angriffsszenarien • Beispiele von Angriffsszenarien • Kryptographischer Algorithmen als Ziel von Angriffen Angriffe durch Einschleusen von Code (Code Injection Attacks) • Welche Arten von Code Injection-Angriffe gibt es? • Gegenmaßnahmen Invasive physikalische Angriffe (Invasive Physical Attacks) • Microprobing • Reverse Engineering • Differential Fault Analysis • Gegenmaßnahmen Nichtinvasive softwarebasierte Angriffe (Non-Invasive Logical Attacks) • Erlangen von nicht autorisiertem Zugriff • Gegenmaßnahmen Nichtinvasive physikalische Angriffe (Non-Invasive Physical Attacks) • Abhören • Seitenkanalangriffe • Gegenmaßnahmen
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz - Wissen • Die Studierenden legen die entsprechenden Gegenmaßnahmen dar • Die Studierenden nennen verschiedene Sicherheitseinrichtungen und -maßnahmen in eingebetteten Systemen

		Fachkompetenz - Verstehen - Die Studierenden zeigen den Einfluss von Angriffen und deren Gegenmaßnahmen auf die Verlässlichkeit eines eingebetteten Systems auf - Die Studierenden zeigen den zusätzlichen Aufwand (Fläche, Rechenzeit) von Sicherheitseinrichtungen auf Fachkompetenz - Analysieren - Die Studierenden klassifizieren verschiedene Angriffstypen auf eingebettete Systeme Sozialkompetenz - Die Studierenden erarbeiten kooperativ in Gruppen Lösungskonzepte und implementieren diese gemeinsam
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung: - Catherine H. Gebotys Security in Embedded Devices. Springer 2010. - Benoit Badrignans et al. Security Trends for FPGAs. Springer 2011. - Daniel Ziener Techniques for Increasing Security and Reliability of IP Cores Embedded in FPGA and ASIC Designs. Dr. Hut 2010. Weitere Informationen:

	https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/ security-in-embedded-hardware

1	Modulbezeichnung 92346	Seminar Autonomous Systems and Mechatronics no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Autonomous Systems and Mechatronics (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev Anany Dwivedi	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	In the seminar, students will analyze, present. and discuss recent research topics in autonomous systems and mechatronics. This will comprise mechatronic component, system, and control design as well as advanced methods aiming at autonomous operation. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of autonomous system and mechatronics. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 47658	Seminar: Digital Pathology and Deep Learning no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Digital Pathology and Deep Learning (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Samir Jabari Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger	

4	Modulverantwortliche/r	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger
5	Inhalt	Pathology is the study of diseases and aims to deliver a fine-grained diagnosis to understand processes in the body as well as to enable targeted treatment. In this area, the opportunities for digital image processing are vast: While the need for precision medicine, i.e., taking into account various co-dependencies when formulating the best possible treatment for a patient, is high, the number of pathologists is not increasing accordingly. Deep learning-based techniques can be used for different objectives in this scope. Examples include screening large microscopy images for specific rare events, providing visual augmentation with analysis data. Additionally, the availability of massive data collections, including genomics and further biological factors, can be utilized to determine specific information about diseases that were previously unavailable. This seminar is offered to students of medicine as well as computer sciences and medical engineering and similar. Students will have to present a topic from this field in a short (30 min) and comprehensive presentation. List of topics: • Staining and special stains (including immunohistochemistry, enzyme-based dyes and tissue microarrays) • Current computational pathology • Knowledge/Feature fusion into a diagnosis • Histopathology quality control • Data sets as limiting factor - limits of current data sets • Large scale / clinical grade solutions • Computational and augmented tumor grading • In vivo microstructural analysis • Big data in pathology (multi-omics) • Histology image registration • Staining differences and stain normalization • Transfer learning and domain adaptation • Explainable AI • Virtual staining • Digital workflow in Germany vs. the world • Limits of digital pathology
6	Lernziele und Kompetenzen	Students will be able to • perform their own literature research on a given subject • independently research this subject • present and introduce the subject to their student peers

		• give a scientific talk in English according to international conference standards
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Students are required to have initial experience with deep learning and machine learning, e.g., from the module "Deep Learning". This seminar is recommended for Master's students.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung (30 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	Unregelmäßig
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 47667	Seminar Human-Robot Interaction no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Mensch-Roboter-Interaktion (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Adna Bliek Anany Dwivedi	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	In the seminar, students will analyze, present, and discuss recent research topics in human-robot-interaction. This will comprise aspects of cognitive and physical human-robot interaction and related topics of human and engineering sciences. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of human-robot interaction. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Selected research articles.

1	Modulbezeichnung 93113	Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Mischa Dombrowski Prof. Dr. Bernhard Kainz Johanna Müller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Bernhard Kainz
5	Inhalt	This is a joint seminar between Prof. Kainz (FAU Erlangen-Nuremberg) and Prof. Ledig (University of Bamberg). The seminar will take place at Bamberg Campus and FAU Campus. Initial topic selection and pitch presentation will take place in Bamberg. Final topic presentations will take place in Erlangen. Human-in-the-Loop Machine Learning describes processes in which humans and Machine Learning algorithms interact to solve one or more of the following: - Making Machine Learning more accurate - Getting Machine Learning to the desired accuracy faster - Making humans more accurate - Making humans more efficient Aim of this seminar is to give students insights about state-of-the-art Active Learning and interactive data analysis methods. Students will work independently on specific topics including implementation and analytical components alongside lectures delivered by the course lead, guest lectures and flipped classroom sessions, where students explore a topic independently, which is then discussed in class. Several potential topics will be provided but students are also encouraged to propose their own topics (after discussion with course lead). Topics covered will include but are not limited to: Introduction to Human-in-the-Loop Machine Learning • Active Learning Strategies: • Uncertainty Sampling • Diversity Sampling • Other Strategies Annotating Data for Machine Learning • Who are the right people to annotate your data? • Quality control for data annotation • User interfaces for data annotation Transfer Learning and Pre-Trained Models • What are Embeddings? • What is Transfer Learning? Adaptive Learning • Machine-Learning for aiding human annotation • Advanced Human-in-the-Loop Machine Learning

		Format The presentations for this seminar will be conducted as block seminar. Dates TBD. We will meet in the beginning of the semester to discuss possible work areas and assign concrete topics to each participant. You will be provided pointers to literature and then independently familiarize yourself with the assigned topic. Towards the end of the semester you will: • present an initial 3-minute pitch about your topic early during the term after topic selection • present your topic as a 20-minute presentation at the end of the term • submit a written report of approximately 8-10 pages. • The seminar will be held in English including presentations and the written report. The presentations will be conducted as a block seminar towards the end of the semester. The weekly hours mentioned in the module description are an optional time slot to get support, guidance and feedback on your topic (as required).
6	Lernziele und Kompetenzen	You will learn about the potential as well as current challenges when building and translating AI systems into real world applications. The focus of the seminar will be biased towards approaches based on computer vision algorithms and medical image processing. Specifically, you will learn about the state of the art in the context of selected applications. You will also get the opportunity to learn about negative examples of AI systems that failed to deliver on promises, regulatory constraints, patient privacy and data management. The seminar will allow you, based on your interest, to focus on a wide spectrum of aspects ranging from recently published technical solutions to the state of affairs on the policy level. Learning objectives are: • In-depth knowledge of human-in-the-loop machine learning, including deeper insight into current research. • A capability to work independently on application-driven projects. • To use a holistic view to critically, independently and creatively identify, formulate and deal with complex issues. • To follow a scientific approach, formulating hypotheses, validation through experimentation and statistical analysis. • To plan and use adequate methods to conduct qualified tasks in given frameworks and to evaluate this work. • To create, analyse and critically evaluate different technical/ architectural solutions. • To integrate knowledge critically and systematically. • To clearly present and discuss the conclusions as well as the knowledge and arguments that

		• form the basis for these findings in written and spoken English. • A consciousness of the ethical aspects of research and development work.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Prerequisites recommended: Deep Learning ML Prof. Dr. Andreas Maier 2+2 5 x E Pattern Recognition ML Prof. Dr. Andreas Maier 3+1+2 5 x E Maschinelles Lernen für Zeitreihen ML Prof. Eskofier, Prof. Oliver Amft, Dr. Ch. Mutschler 2+2+2 7.5 x E
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	A specific reading list will be established at the beginning of each term, general literature is listed below: Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. https://d2l.ai/ Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. https://www.deeplearningbook.org/ Budd S, Robinson EC, Kainz B. A survey on active learning and human-in-the-loop deep learning for medical image analysis. arXiv preprint arXiv:1910.02923. 2019 Oct 7. https://arxiv.org/abs/1910.02923

1	Modulbezeichnung 903776	Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0 Seminar machine learning and data analytics for industry 4.0	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Maschinelles Lernen und Datenanalytik für Industrie 4.0 (2 SWS) Attendance of all meetings is required.	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Johannes Roider Christoph Scholl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Björn Eskofier An Nguyen Johannes Roider
5	Inhalt	Companies in all kinds of industries are producing and collecting rapidly more and more data from various sources. This is enabled by technologies such as the Internet of Things (IoT), Cyber-physical systems (CPS) and cloud computing. Hence, there is an increasing demand in industry and research for students and graduates with machine learning and data analytics skills in the Industry 4.0 context. The goal of this seminar is to give students insights about state-of-the-art machine learning and data analytics methods for industrial and business applications. In this seminar, the Industry 4.0 term will not only be limited to manufacturing processes, but comprise all business functions. Students will mainly work independently on either an implementation-centric or a research-centric topic. The implementation-centric topics will focus primarily on the implementation of algorithms and analytical components (using provided or open source datasets), while the research-centric topics will focus on researching and structuring literature of a specific field of interest. Several topics will be provided, but students are also encouraged to propose their own topics when applying for the seminar. In the regular meetings, students will learn about fundamentals and trends in Industry 4.0 from a machine learning perspective, common machine learning techniques and their implementation, project management of data analytics projects in businesses, as well as best practices for presentations and scientific work. The programme will be complemented by talks from invited experts in the domain. Furthermore, students will present results from literature research and data analytics projects.
6	Lernziele und Kompetenzen	• Students will develop an understanding of the current hot field of machine learning and data analytics in businesses • Students will learn to research and present a topic within the context of machine learning and data analytics in businesses independently • Students will learn to identify opportunities, challenges and limitations of corresponding ML approaches in businesses

		- Students will develop the skill to identify and understand relevant literature and to present their findings in a structured manner - Students will learn to present implementation and validation results in form of a demonstration and/or report
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	- Prior knowledge of machine learning via courses like Pattern Analysis, Pattern Recognition, Deep Learning, Machine Learning for Time Series, or equivalent is expected. Alternatively, first data science project experience, for example as working student in a company, can be sufficient. - Motivation to explore scientific findings (e.g. via literature research) - Motivation to code and analyze data
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%) 50% of grade: Presentation (20 minutes) 50% of grade: 4 pages IEEE standard paper (excluding references) (+ code submission)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	- Lei, Yaguo, Naipeng Li, Liang Guo, Ningbo Li, Tao Yan, and Jing Lin. "Machinery Health Prognostics: A Systematic Review from Data Acquisition to RUL Prediction. Mechanical Systems and Signal Processing 104 (May 2018): 799834. https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.11.016. - Rojas, Eric, Jorge Munoz-Gama, Marcos Sepúlveda, and Daniel Capurro. "Process Mining in Healthcare: A Literature Review. Journal of Biomedical Informatics 61 (June 1, 2016): 22436. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.04.007. - Wil M. P. van der Aalst. Process Mining: Data Science in Action 2nd edition, Springer 2016. ISBN 978-3-662-49851-4 - Wang, Lihui, and Xi Vincent Wang. Cloud-Based Cyber-Physical Systems in Manufacturing. Cham: Springer International Publishing, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67693-7.

1	Modulbezeichnung 349413	Seminar Sprachtechnologie für Sprachpathologien Speech technologies for speech pathologies	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Automatic Analysis of Voice, Speech and Language Disorders in Speech Pathologies (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Prof. Seung Hee Yang	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Seung Hee Yang
5	Inhalt	This seminar deals with how the diagnosis and therapy of different speech pathologies can be supported by speech technology. The participants should present selected speech, speech and voice disorders in a lecture and demonstrate corresponding technologies in the field of pattern recognition and speech processing.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erlernen die Literaturrecherche. • arbeiten sich selbstständig anhand der gefundenen Literatur in die Thematik der automatischen Analyse von Sprach-, Sprech- und Stimmstörungen ein. • wählen einen Schwerpunkt und bereiten diesen im Rahmen einer Präsentation so auf, dass er für andere Teilnehmer des Seminars verständlich ist. • lernen die Anforderungen an einen wissenschaftlichen Vortrag auf einer internationalen Konferenz kennen. • halten einen Vortrag in der international üblichen Fachsprache Englisch (davon ausgenommen sind Studierende aus dem Ausland, die in Deutschland studieren, um Deutsch zu lernen)
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	Unregelmäßig
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	• Einführung in die Sensorik • Wandlerprinzipien • Sensor-Parameter • Sensor-Technologien • Messung mechanischer Größen • Chemo- und Biosensoren
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • geben die Grundbegriffe und -strukturen der Sensorik und Aktorik wieder • klassifizieren Sensoren anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte • beschreiben, skizzieren und vergleichen die behandelten Wandlerprinzipien und Technologien zur Herstellung von Sensoren • kennen die behandelten Sensor-Parameter und beurteilen Sensoren anhand dieser • beschreiben und charakterisieren die behandelten Sensoren zur Messung mechanischer Größen • analysieren Elemente der Sensor- und Aktortechnik sowie Schaltungen zur Weiterverarbeitung und Auswertung von Messgrößen • zeigen mögliche Fehlerquellen der Sensorik auf und arbeiten Strategien zur Minimierung der Fehler aus
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)

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

1	Modulbezeichnung 92682	Signale und Systeme II Signals and systems 2	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Signale und Systeme II (SWS) Tutorium: Tutorium zu Signale und Systeme II (SWS) Vorlesung: Signale und Systeme II (SWS)	- - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Herglotz Hannah Och Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	

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

6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • analysieren diskrete Signale mit Hilfe der zeitdiskreten Fourier-Transformation und berechnen deren diskrete Fourier-Transformation • bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für diskrete lineare zeitinvariante Systeme • berechnen System- und Übertragungsfunktionen für diskrete lineare zeitinvariante Systeme • analysieren die Eigenschaften von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung • stufen diskrete lineare zeitinvariante Systeme anhand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein • bewerten Kausalität und Stabilität von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen • bewerten diskrete Zufallssignale durch Berechnung von Erwartungswerten und Korrelationsfunktionen • beurteilen die wesentlichen Effekte einer Filterung von diskreten Zufallssignalen durch diskrete lineare zeitinvariante Systeme
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 57454	Speech and language understanding	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Speech and Language Understanding (2 SWS) Übung: Speech and Language Understanding Exercises (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Alexander Barnhill Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Prof. Seung Hee Yang Abner Hernandez	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Prof. Seung Hee Yang
5	Inhalt	Nach Behandlung der grundlegenden Mechanismen menschlicher Spracherzeugung und Sprachwahrnehmung gibt die Vorlesung eine detaillierte Einführung in (vornehmlich) statistisch orientierte Methoden der maschinellen Erkennung gesprochener Sprache. Schwerpunktthemen sind Merkmalgewinnung, Vektor-quantisierung, akustische Sprachmodellierung mit Hilfe von Markovmodellen, linguistische Sprachmodellierung mit Hilfe stochastischer Grammatiken, prosodische Information sowie Suchalgorithmen zur Beschleunigung des Dekodiervorgangs.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • verstehen die Grundlagen der menschlichen Sprachproduktion und die akustischen Eigenschaften unterschiedlicher Phonemklassen • erklären den allgemeinen Aufbau eines Mustererkennungssystems • verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung in Bezug auf Sprachsignale • verstehen die Fourier-Transformation und mathematische Modelle der Sprachproduktion • verstehen harte und weiche Vektorquantisierungsmethoden • verstehen unüberwachtes Lernen (EM-Algorithmus) • verstehen Hidden Markov-Modelle (HMMs) • erklären stochastische Sprachmodelle
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)

12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Niemann H.: Klassifikation von Mustern; Springer, Berlin 1983 Niemann H.: Pattern Analysis and Understanding; Springer, Berlin 1990 Schukat-Talamazzini E.G.: Automatische Spracherkennung; Vieweg, Wiesbaden 1995 Rabiner L.R., Schafer R.: Digital Processing of Speech Signals; Prentice Hall, New Jersey 1978 Rabiner L.R., Juang B.H.: Fundamentals of Speech Recognition; Prentice Hall, New Jersey 1993

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

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

		• kennen elementare Hypothesentests und Entscheidungsverfahren • analysieren Optimalfilterprobleme und wenden das Orthogonalitätsprinzip zur Ableitung optimaler Filter an • verstehen und wenden das Konzept der signalangepassten Filterung an
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Hänsler: Statistische Signale, Springer 1998; Papoulis/Pillai: Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, Prentice Hall, 2002

1	Modulbezeichnung 47612	Tracking Olympiad no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Tracking Olympiad (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist René Groh	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Kist
5	Inhalt	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. 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. 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&A depending on the individual students progress with voluntary developmental time.
6	Lernziele und Kompetenzen	Students • will be able to create own code • are able to create acquire and annotate own data • can document their code • will strengthen their team skills • can develop tracking algorithms • will learn about latest AI methods • can present complex topics • can extract relevant information from journal papers
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung

11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Burger and Burge, Principles of Digital Image Processing (all volumes) • Howes and Minichino, Learning OpenCV 4 Computer Vision with Python 3 • Sebastian Raschka, Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2 • Aurélien Géron, Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow • Pereira et al., Quantifying behaviour to understand the brain, Nat Neurosci 2020

1	Modulbezeichnung 47695	Virtual and Augmented Reality (VRAR) no english module name available for this module	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Sonstige Lehrveranstaltung: Virtual and Augmented Reality (8 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Daniel Roth	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Daniel Roth
5	Inhalt	Die Veranstaltung behandelt Virtual-, Mixed-, und Augmented Reality als Themengebiet (Extended Reality/XR) mit Bezug zum Themenfeld digitale Gesundheit. Beispielhafte Bestandteile sind: • Displays (optisch, taktil, auditiv) • Nutzerzentrierte Entwicklung von XR Applikationen • Wahrnehmung und Perzeption • 3D Nutzerinteraktion • Präsenz und Immersion • Avatare und Embodiment • Kollaborative Umgebungen • Rendering und Kameramodelle • Evaluation • XR Anwendungen in der Medizin • ELSI und KI in XR Die Veranstaltung setzt sich zusammen aus einer Vorlesung (2SWS) sowie einer offenen Übung. Der Kurs ist projektbasiert. Studierende designen, entwickeln, und evaluieren XR-Anwendungen in Kleingruppen. In regelmäßigen Abständen erfolgen Zwischenpräsentationen der Projektgruppen. --- The course covers virtual, mixed, and augmented reality as a theme (extended reality/XR) related to the topic area of digital health. Exemplary components are: • Displays (optical, tactile, auditory) • User-centered development of XR applications • Perception and perception • 3D user interaction • Presence and immersion • Avatars and embodiment • Collaborative environments • Rendering and camera models • Evaluation and • XR applications in medicine • ELSI and AI in XR The course consists of a lecture (2SWS) and an open exercise. The course is project based. Students design, develop, and evaluate XR applications in small groups. Intermediate presentations of the project groups take place at regular intervals.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen

		Durch die Teilnahme an der Veranstaltung erweitern die Studierenden ihr Wissen im Bereich Virtual und Augmented Reality. --- By participating in the course, students will expand their knowledge in the field of Virtual and Augmented Reality. Verstehen Nach der Teilnahme an dem Modul / der Veranstaltung, sind die Lernenden in der Lage die technischen und theoretischen Grundlagen und erweiterte Konzepte von Virtual und Augmented Reality zu verstehen. --- After participating in the module / course, learners are able to understand the technical and theoretical basics and advanced concepts of Virtual and Augmented Reality. Anwenden Studierende sind in der Lage dieses Grundwissen anzuwenden und Virtual und Augmented Reality Anwendungen mit grundlegenden Hilfsmitteln selbst zu konzeptionieren. --- Students will be able to apply this basic knowledge and conceptualize Virtual and Augmented Reality applications themselves using basic tools. Analysieren Die Studierenden sollten nach der Veranstaltung in der Lage sein so-wohl empirische Befunde der Literatur als auch bestehende Beispielsysteme bezüglich technischer und perzeptueller Aspekte zu analysieren. --- After the course, students should be able to analyze empirical findings from the literature as well as existing example systems with regard to technical and perceptual aspects. Evaluieren (Beurteilen) Durch die Veranstaltung sollten die Studierenden zudem in der Lage sein, empirische Befunde im Bereich Virtual & Augmented Reality zu interpretieren, zu analysieren, und zu beurteilen. --- Through the course, students should also be able to interpret, analyze, and evaluate empirical findings in the field of Virtual & Augmented Reality. Erschaffen Auf Basis des gelernten sind die Studierenden in der Lage, methodische Konzepte für die Entwicklung eigener Applikationen anzuwenden, Anwendungen zu erschaffen, und diese auf Basis gelernter Methoden zu evaluieren. --- Based on what they have learned, students will be able to apply methodological concepts to develop their own applications, create applications, and evaluate them based on learned methods.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlen sind die vorherige Teilnahme an Grundlegenden Veranstaltungen zur Programmierung, dem Modul Computergrafik

		(Stamminger) sowie HCI (Eskofier) --- Recommended are previous participation in basic programming courses, the module computer graphics (Stamminger) as well as HCI (Eskofier). From master semester 1 onwards
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	unter anderem/among others: • Jerald, J. (2015). The VR book: Human-centered design for virtual reality. Morgan & Claypool. • LaViola Jr, J. J., Kruijff, E., McMahan, R. P., Bowman, D., & Poupyrev, I. P. (2017). 3D user interfaces: theory and practice. Addison-Wesley Professional. • Schmalstieg, D., & Hollerer, T. (2016). Augmented reality: principles and practice. Addison-Wesley Professional. • Akenine-Möller, T., Haines, E., & Hoffman, N. (2019). Real-time rendering. Crc Press.

1	Modulbezeichnung 96315	Virtual Vision Virtual vision	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Virtual Vision (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Herglotz	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Christian Herglotz
5	Inhalt	Menschliches Sehen Sichtfeld und Fovea Dynamic Range Stereoskopie Eigenschaften der Lichtfeldfunktion • Helligkeit • 3D und Tiefe • Farben • Räumliche und zeitliche Auflösung Energieeffizienz in der Videokommunikation. Content: Human Vision Field of view and fovea Dynamic Range Stereoscopy Properties of the light field function • Brightness • 3D and depth • Colors • Spatial and temporal resolution Energy efficiency in video communications
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • give an overview on basic properties of the human visual system • know and explain all hardware and software components necessary to perform video capturing, processing, and display. • describe differences and properties of video formats such as fisheye, 360°, or high dynamic range • distinguish video formats and discuss advantages and disadvantages • show real-time demonstrations of these video formats with common portable devices • assess the quality and the compression performance of video formats • come up with new strategies to improve processing algorithms like stitching or compression.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben. References for further reading will be given in the lecture.

Major Connectivity

1	Modulbezeichnung 571704	4G/5G Mobile Communication Systems 4G/5G mobile communications systems	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Next Generation Mobile Communication Systems: 5G-Advanced and 6G (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker Dr. Stefan Brück	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Stefan Brück Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	
5	Inhalt	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 & MAC layer concepts.	
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • learn the technical history of mobile communications from 2nd (GSM), 3rd (UMTS), 4th (LTE) to the 5th (5G New Radio) Generation • understand the system and radio access network architecture of modern cellular communications systems and their enhancements towards 5G • compare the physical layer design of LTE and 5G New Radio • discuss how 5G networks are designed to address a wide range of diverse services and devices • analyze enhanced radio resource management concepts for use cases like cellular V2X (Vehicle-to-Everything) and NB-IoT (Narrowband Internet of Things) Die Studierenden • erfahren die technische Geschichte der Mobilkommunikation von der 2. (GSM), 3. (UMTS), 4. (LTE) bis zur 5. Generation (5G New Radio) • verstehen die System- und Funkzugangsnetzarchitektur moderner zellulärer Kommunikationssysteme und ihre Verbesserungen bei 5G • vergleichen das Design der physikalischen Übertragungsschicht von LTE und 5G New Radio • diskutieren, wie 5G-Netze für eine breite Palette unterschiedlicher Dienste und Geräte konzipiert sind • analysieren verbesserte Funkressourcenverwaltungs-konzepte für Anwendungsfälle wie zellulare V2X (Vehicle-to-Everything) Kommunikation und das NB-IoT (Schmalband-Internet der Dinge)	

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Lecture Notes 4G/5G Mobile Communication Systems

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	Inhalt	• Einführung (Abstrahlung, Antennentypen, Anwendungsaspekte) • Grundlagen (Ebene Wellen, Polarisierung, Hertzscher Dipol, Kenngrößen) • Linearantennen (Dipole, Linienquellen) • Array-Antennen (Arrayfaktor, Verkopplung, Belegungsfunktionen) • Strahlschwenkung (Phasengesteuerte Arrays, frequenzgesteuerte Arrays) • Resonante Antennen (Babinet's Prinzip, Schlitzantennen, Patch-Antennen) • Aperturstrahler (Huygens Prinzip, Hornstrahler, Reflektorantennen) • Linsenantennen (Strahlenoptik, Linsentypen, künstliche Dielektrika) • Numerische Berechnungsverfahren (FDTD-Methode, Simulationsbeispiele) • Breitbandantennen (Winkelprinzip, Spiralantennen, Log.-Per. Antennen, Baluns) • Systemanwendungen von Antennen (Diversity, Mobilfunk, Radarsysteme) • Antennen-Messtechnik
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • lernen analytische und numerische Berechnungsmethoden für Antennen und Funkfelder kennen und anwenden. • erwerben fundierte Kenntnisse über klassische und spezielle Antennenbauformen und deren Charakteristiken für unterschiedliche Anwendungsgebiete im Kommunikations- und Radarbereich. • sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von einfachen Antennen, Gruppenantennen und Funkfeldern zu berechnen, darzustellen und zu bewerten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Passive Bauelemente • Elektromagnetische Felder I • Hochfrequenztechnik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

1	Modulbezeichnung 96010	Architekturen der digitalen Signalverarbeitung Architectures for digital signal processing	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2 SWS) Vorlesung: Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland Thomas Kurin	

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

		• can obtain fundamentals of signal theory and can define as well time-continuous and value-continuous as time-discrete and value-discrete signals in time and frequency domain • can construct a realtime digital signal processing system and dimension its components according requirements • can review pros and cons of analogue versus digital signal processing • can apply fourier transformation and illustrate the advantages of fast fourier transformation in the context of digital signal processing • can dimension digital filters and evaluate their performance
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 313638	Automotive Systems and Software Engineering Automotive systems and software engineering	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Automotive Systems & Software Engineering (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Anatoli Djanatljev Thomas Reiß Christian Allmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Reinhard German	
5	Inhalt	Allgemein: • Überblick Systeme und Anwendungen in der automotive Welt • Embedded Automotive Systems: Abgrenzung Echtzeitsysteme; Definition Steuergeräte, Sensoren, Aktuatoren; Definition verteilte, vernetzte Funktionen; Betriebssysteme, Kommunikationsschnittstellen • Entwicklungsprozesse für automotive Anwendungen: Allgemeine Vorgehensmodelle; Vorgehensmodelle in der Elektronikentwicklung; Kooperationsmodelle OEM-Zulieferer; Lieferantenmanagement System und Software: • Softwareentwicklungsprozess • Anforderungsmanagement: Lastenhefte - Aufbau/ Handhabung/Tools; Erhebung und Analyse von Anforderungen; Systembeschreibungen (u.a. UML, SysML); (Semi-)Formale Beschreibungen • Modellbasierte Entwicklung: Rapid Prototyping; Modellierungstechniken; Automatische Codegenerierung; Tools (Simulink, Target Link); Autosar • Test und Diagnose: SW-Test; Integrationsstufen; SIL - PIL - HIL-Test; On- Offboard Diagnose • Virtuelle Entwicklung von Elektronik • Begleitende Prozesse: Projektmanagement; Systemsicherheit (ISO WD 26262); Konfigurationsmanagement; Qualitätsmanagement; Variantenmanagement • Architektur: Architekturmodelle (u.a. EAST-ADL); Bussysteme - Typen & Eigenschaften; SW- & HW-Architektur; Auslegung und Bewertung Anwendung: • Überblick der Anwendungsdomänen: Infotainment/ Fahrerassistenz/ Karosserie • Systemauslegung von Fahrerassistenzsystemen: Überblick Sensoren; Umwelt und Umfeldmodelle; Bildverarbeitung; Konzeption, Erprobung, Umsetzung; Tools (ADTF) • Alternative Antriebskonzepte: Elektronikumfänge; Betriebsstrategie • Fahrdynamische Systeme: x-by-wire Technologien	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden vertiefen die Themen aus anderen Lehrveranstaltung im Bereich Automotive. Sie lernen mit Herausforderungen in	

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

1	Modulbezeichnung 700506	Communications Systems Design Communications systems design	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Communications Systems Design (2 SWS) Praktikum: Praktikum Communications Systems Design (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer Arslan Ali Christof Pfannenmüller	

4	Modulverantwortliche/r	Arslan Ali Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	Inhalt	Learning based on LabVIEW communications and NI USRP: Introduction to USRP including hardware blocks of Tx/Rx chains Getting familiar with LabVIEW communications environment and controlling VIs (Panel, diagram, etc.) and fundamentals of LabVIEW programming: data types, arrays, flow control (for/while loop), clusters, case structures, signal sources, sinks, signal processing tools, filters, time/ frequency domain analysis, etc. Transmission and reception of analog modulation schemes: AM/DSB-SC and FM Implementation of digital modulation schemes: ASK, FSK, BPSK, QPSK, 16-QAM, etc. Digital Tx/Rx: symbol mapping, upsampling/downsampling, pulse shaping (rectangular, Gaussian, RRC), matched filtering, pulse alignment, synchronization, and detection Phase synchronization, FDM and image rejection algorithm Eye diagram analysis: ISI, clock jitter, optimal sampling time, detection threshold Power control for over-the-air transmission in sub-6 GHz ISM bands and analysis on fading and multipath propagation effects Channel estimation, equalization (decision directed, linear LS, adaptive LMS), modelling: coherence bandwidth and propagation delay Learning based on MATLAB and USRPs (Communications toolbox and SDR support packages): OFDM Tx/Rx with frequency domain equalization (FDE) and synchronization (training sequence and frame detection) LTE downlink transmission (MIMO) including system information blocks (SIB) and spectrum analysis including estimation/calibration of carrier frequency offset (CFO) Impairments/distortion analysis: ACPR, EVM tool: IQ offset errors, phase noise, PA nonlinearity, etc. Learning based on GNU Radio and RTL-SDR: Introduction to GNU Radio with RF prototyping demonstration Spectrum analyzer implementation: RBW, VBW, sweep time, and phase noise Small Project/assignment for students

6	Lernziele und Kompetenzen	Students Can bridge the gap between communications theory, analog/digital baseband, and RF design Can develop quick and flexible prototypes for real-time communications systems and standards using SDR solutions Can determine the design parameters and assess the interaction between various analog and digital parts Can create efficient Tx/Rx programs and signal processing algorithms in LabVIEW, MATLAB, and GNU Radio Can implement channel estimation and equalization algorithms in TDD and FDD systems Can demonstrate MIMO and OFDM based systems like LTE and beyond Can quantify and evaluate system performance using EVM and impairments analysis
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 96850	Convex Optimization in Communications and Signal Processing Convex optimization in communications and signal processing	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Convex Optimization in Communications and Signal Processing (1 SWS) Vorlesung: Convex Optimization in Communications and Signal Processing (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Adela Vagollari Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker
5	Inhalt	Convex optimization problems are a special class of mathematical problems which arise in a variety of practical applications. In this course we focus on the theory of convex optimization, corresponding algorithms, and applications in communications and signal processing (e.g. statistical estimation, allocation of resources in communications networks, and filter design). Special attention is paid to recognizing and formulating convex optimization problems and their efficient solution. The course is based on the textbook "Convex Optimization" by Boyd and Vandenberghe and includes a tutorial in which many examples and exercises are discussed.
6	Lernziele und Kompetenzen	Students • characterize convex sets and functions, • recognize, describe and classify convex optimization problems, • determine the solution of convex optimization problems via the dual function and the KKT conditions, • apply numerical algorithms in order to solve convex optimization problems, • apply methods of convex optimization to different problems in communications and signal processing
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Signals and Systems, Communications
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Boyd, Steven ; Vandenberghe, Lieven: Convex Optimization. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2004

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

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

		- kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an The students - analyze discrete-time linear time-invariant systems by determining the describing function and parameters - apply fundamental approaches for the design of discrete-time systems and evaluate their performance - understand the differences between various methods for spectral analysis and apply them to the analysis of given signals - understand methods to represent multirate systems and apply them for the representation of filter banks - know basic methods for the analysis of finite word length effects and apply them to discrete-time linear time-invariant systems.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	*Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:* *1.* J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007. *2.* A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975. *3.* K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012

1	Modulbezeichnung 93510	Digitale Übertragung Digital communications	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitalen Übertragung - Übungen (1 SWS) Vorlesung: Digitale Übertragung (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Lukas Brand Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	Inhalt	Alle modernen Kommunikationssysteme basieren auf digitalen Übertragungsverfahren. Diese Vorlesung befasst sich mit den Grundlagen der Analyse und des Entwurfs digitaler Sender und Empfänger. Dabei wird zunächst von einem einfachen Kanalmodell bei dem das Empfangssignal nur durch additives weißes Gaußsches Rauschen gestört wird ausgegangen. Im Verlauf der Vorlesung werden aber auch Kanäle mit unbekannter Phase sowie verzerrende Kanäle betrachtet. Behandelt werden unter anderem digitale Modulationsverfahren (z.B. Pulsamplitudenmodulation (PAM), digitale Frequenzmodulation (FSK), und Kontinuierliche-Phasenmodulation (CPM)), Orthogonalkonstellationen, das Nyquistkriterium in Zeit- und Frequenzbereich, optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren, die Signalraumdarstellung digital modulierter Signale, verschiedene Entzerrungsverfahren, und Mehrträger-Übertragungsverfahren.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden - analysieren und klassifizieren digitale Modulationsverfahren hinsichtlich ihrer Leistungs- und Bandbreiteneffizienz sowie ihres Spitzenwertfaktors, - ermitteln notwendige Kriterien für impulsinterferenzfreie Übertragung, - charakterisieren digitale Modulationsverfahren im Signalraum, - ermitteln informationsverlustfreie Demodulationsverfahren, - entwerfen optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren, - vergleichen verschiedene Entzerrungsverfahren hinsichtlich deren Leistungsfähigkeit und Komplexität, - entwerfen einfache digitale Übertragungssysteme mit vorgeschriebenen Leistungs- und Bandbreiteneffizienzen sowie Spitzenwertfaktoren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

1	Modulbezeichnung 85764	Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Verena Tiefenbeck	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi Prof. Dr. Verena Tiefenbeck
5	Inhalt	The module covers the role of Information & Communication Technologies (ICT) in the energy transition towards a more sustainable energy production and consumption, with a particular focus on energy efficiency, the integration of renewable energy sources into the electric grid, and the reduction of greenhouse gas emissions. The interdisciplinary module covers fundamental technical principles of conventional and renewable energy generation and sustainable energy consumption, assesses the role of ICT in the ongoing energy transition, and evaluates economic and societal challenges and implications of the approaches covered. Specific topics include: • Fundamentals of energy generation and consumption • Conventional and distributed power generation • Introduction to energy markets and economic aspects • Smart grid and smart metering infrastructures, virtual power plants, energy communities • Wireless technologies and their impact on future mobility and energy networks • Demand side management and home automation • Changing consumer behavior with smart ICT • Smart heating, electric mobility At the beginning of the course, fundamental principles of energy generation and consumption are taught, so that students without prior knowledge in the field of energy can successfully participate in the course. The module covers the role of Information & Communication Technologies (ICT) in the energy transition towards a more sustainable energy production and consumption, with a particular focus on energy efficiency, the integration of renewable energy sources into the electric grid, and the reduction of greenhouse gas emissions. The interdisciplinary module covers fundamental technical principles of conventional and renewable energy generation and sustainable energy consumption, assesses the role of ICT in the ongoing energy transition, and evaluates economic and societal challenges and implications of the approaches covered. Specific topics include: • Fundamentals of energy generation and consumption • Conventional and distributed power generation • Introduction to energy markets and economic aspects • Smart grid and smart metering infrastructures, virtual power plants, energy communities

		• Wireless technologies and their impact on future mobility and energy networks • Demand side management and home automation • Changing consumer behavior with smart ICT • Smart heating, electric mobility At the beginning of the course, fundamental principles of energy generation and consumption are taught, so that students without prior knowledge in the field of energy can successfully participate in the course.
6	Lernziele und Kompetenzen	The module is designed to enable participants to • explain the basic physical and technical principles of energy generation and power grids and apply them in calculations, • state, explain, and evaluate the necessity as well as challenges associated with the integration of renewable energies • name components of a smart grid and explain their function • explain fundamental market mechanisms (energy economics) • understand and be able to explain the roles and intentions of the actors in the electricity market, • examine components, market mechanisms and regulatory measures with regard to their costs, benefits and risks and critically assess evaluation approaches • to explain the possibilities of information systems for the reduction of energy consumption in the field of indoor climate/ heating and to evaluate them, • explain the central components, variables, requirements and challenges of electromobility and explain how information systems can contribute to solving these challenges
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	None
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3;5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur Written examination (90 minutes)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch

16	Literaturhinweise	Will be announced in class

1	Modulbezeichnung 92539	Drahtlose Automobilelektronik no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Drahtlose Automobilelektronik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Maximilian Lübke Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

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

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (30 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 15 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 43400	Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung Equalisation and adaptive systems for digital communications	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Equalization and Adaptive Systems for Digital Communications (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	
5	Inhalt	Bei der digitalen Übertragung spielen Kanalverzerrungen aufgrund ständig steigender Datenraten eine immer grössere Rolle. Bei vielen Anwendungen müssen für eine zuverlässige Übertragung komplexe Entzerrverfahren eingesetzt werden. Dies gilt sowohl für die leitungsgebundene als auch die drahtlose Kommunikation. Z.B. werden in der xDSL-Systemfamilie (Digital Subscriber Lines), die eine schnelle digitale Übertragung über Ortsanschlussleitungen gewährleistet, oft entscheidungsrückgekoppelte Entzerrverfahren oder Vorcodierungsverfahren eingesetzt und beim Mobilfunkstandard GSM und seiner Weiterentwicklung EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung bzw. zustandsreduzierte Entzerrung. Eng im Zusammenhang mit der eigentlichen Entzerrung stehen Adaptionsverfahren, mit denen die Parameter des Entzerrers optimal an den Übertragungskanal angepasst werden können. Lernziel: Ziel der Vorlesung ist eine umfassende Darstellung gebräuchlicher Entzerrungs- und Adaptionsverfahren. Den Teilnehmern sollen fundierte Kenntnisse der verschiedenen Verfahren vermittelt werden, die sie zu deren sinnvollem Einsatz in der Praxis befähigen. Content: Channel distortions are playing an increasingly important role in digital transmission due to constantly increasing data rates. In many applications, complex equalization techniques must be used for a reliable transmission. This applies to both wired and wireless communication. For example, decision feedback equalization or precoding techniques are often used in the xDSL (Digital Subscriber Lines) system family, which ensures fast digital transmission over local subscriber loops, and the GSM system and its advanced version EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) employ maximum likelihood sequence estimation and state-reduced equalization. Closely related to the task of equalization are adaptation methods with which the parameters of the equalizer can be optimally adjusted to the transmission channel. Objective: The aim of the lecture is a comprehensive presentation of common equalization and adaptation methods. The participants should acquire an in-depth knowledge of the various procedures which enables them to make meaningful design decisions in practice.	

6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • beschreiben verschiedene Verfahren zur Entzerrung frequenzselektiver Übertragungskanäle wie lineare Entzerrung, entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung, • setzen die verschiedenen Ansätze in Blockdiagramme um und optimieren deren Komponenten, • vergleichen Entzerrverfahren hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit, charakterisiert durch die Fehlerrate, und Komplexität, • wählen geeignete Verfahren für verschiedene Anwendungen wie leitungsgebundene und drahtlose Übertragung aus, • entwerfen neuartige Verfahren für gegebene Anforderungen, • formulieren Adaptionalgorithmen zur automatischen Anpassung des Empfängers eines Übertragungssystems an den Kanal, • ordnen Entzerrverfahren einen geeigneten Adaptionalgorithmus zu. Learning Objectives and Competences: The students - describe various methods for equalizing frequency-selective transmission channels such as linear equalization, decision feedback equalization and maximum likelihood sequence estimation, - realize various approaches in block diagrams and optimize their components, - compare equalization methods in terms of their performance, characterized by the error rate, and complexity, - select suitable methods for various applications such as wired and wireless transmission, - design novel schemes for given requirements, - formulate adaptation algorithms for automatic adaptation of the receiver of a transmission system to the channel, - assign suitable adaptation algorithms to equalization schemes.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorkenntnisse in Systemtheorie und digitaler Signalverarbeitung, sowie entweder der Vorlesung Nachrichtentechnische Systeme oder Digitale Übertragung sind für die Teilnahme hilfreich.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

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

1	Modulbezeichnung 730178	Fahrzeugkommunikation Vehicular networks	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fahrzeugkommunikation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher	

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

		Rechnerkommunikation voraus und richtet sich so schwerpunktmäßig an Studierende aus Informatik, IuK und CE ab dem 5. Semester. Fachkompetenz Wissen Die Studierenden lernen die grundlegenden Mechanismen der internen und externen Fahrzeugkommunikation kennen. Sie können aktuelle und zukünftige Anwendungen für Vernetzung im Fahrzeugbereich nennen. Verstehen Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien der internen Bussysteme und können die Vorteile und Nachteile der wesentlichen Technologien in diesem Bereich erklären (CAN, FlexRay, MOST, ...). Ebenso können Sie die Probleme von mobilen Ad-Hoc-Netzen erklären und Lösungsansätze vergleichen (z.B. ETSI ITS-G5 und WAVE). Sie können wesentliche Anwendungen nach ihren Anforderungen bezüglich der Vernetzung klassifizieren. Analysieren Die Studierenden werden in die Lage versetzt, zukünftige Anwendungen bezüglich ihres Kommunikationsverhaltens zu analysieren. Evaluieren (Beurteilen) Dabei können Sie die zugrundeliegenden Mechanismen beurteilen und einschätzen, welche Vernetzungstechnologien diese Anforderungen am besten erfüllen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio
11	Berechnung der Modulnote	Portfolio (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Christoph Sommer and Falko Dressler, Vehicular Networking, Cambridge University Press, 2014. Werner Zimmermann and Ralf Schmidgall, Bussysteme in der Fahrzeugtechnik, ed. 4, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2011. Konrad Reif, Automobilelektronik, ed. 3, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2009. Dominique Paret, Multiplexed networks for embedded systems, Chichester, England, Wiley, 2007.

	Hannes Hartenstein and Kenneth Laberteaux (Eds.), VANET - Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies, Intelligent Transport Systems, Chichester, John Wiley & Sons, 2009.

1	Modulbezeichnung 716033	Fahrzeugkommunikation (Vorlesung mit Übung) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fahrzeugkommunikation (2 SWS) Übung: Fahrzeugkommunikation Übungen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher Jonathan Fellerer	

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

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

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	Inhalt	*Hinweis:* 1. Mehrere Übungsstunden werden rechnergestützt (Python) sein, um den Vorlesungsstoff durch eigene praktische Erfahrung zu vertiefen. 2. Eine Laborbesichtigung beim Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen soll den Studierenden Einblick in die einschlägigen Arbeiten zu GPS und Galileo geben. *Inhalte:* *[1. Überblick: Signale und Systeme]* • Einführung • GPS Global Positioning System • Galileo • Satellitenergänzungssysteme: EGNOS, WAAS, LAAS • Mathematische Grundlagen: Navigationssignale, Gold Codes, Cramer-Rao-Schranke für Laufzeitmessungen *[2. Grundlagen und Funktionsweise der Satellitenortung]* • Koordinatensysteme, Zeitsysteme und Orbits • Ausbreitungsbedingungen und Fehlerquellen • Positions-, Geschwindigkeits- und Zeitschätzung • Hochgenaue Positionsschätzung mittels Trägerphase *[3. GNSS Empfänger]* • Signalkonditionierung • Leistungsfähigkeit der GPS- und Galileo-Signale • Releschleifen zur Signalverfolgung
6	Lernziele und Kompetenzen	1. Eine Übersicht über die Möglichkeiten von GPS und Galileo soll die Beurteilungsfähigkeit der Studierenden für neue Anwendungen schärfen. 2. Durch vertiefte Kenntnisse der Grundlagen, Funktionsweise und Fehlerquellen sollen die Studierenden die gelösten Herausforderungen und die Grenzen von GPS und Galileo einschätzen lernen. 3. Die Studierenden sollen ein nachrichtentechnisches Verständnis für die Funktionsweise eines GPS-Empfängers erlangen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Signal- & Systemtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	• Umfang und Bedeutung der elektrischen Messtechnik • Die Grundlagen des Messens • Fourier-Transformation • Laplace-Transformation • Netzwerkanalyse im Zeit- und Laplace-Bereich • Übertragungsfunktion und Bode-Diagramm • Nichtlineare Bauelemente, Schaltungen und Systeme • Operationsverstärker • Messverstärker • Messfehler • Messung von Gleichstrom und Gleichspannung • Ausschlagbrücken • Abgleichbrücken, Messung von elektrischen Impedanzen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • ordnen die behandelten Verfahren gemäß ihrer Eignung für spezifische Probleme (Zeit-/Frequenzbereich, Linear/ Nichtlinear) ein. • wählen geeignete Verfahren zur Analyse elektrischer Netzwerke aus und wenden diese an. • interpretieren die Ergebnisse und zeigen Zusammenhänge zwischen den Lösungsverfahren auf. • kennen einfache Grundsaltungen mit Operationsverstärkern und sind in der Lage, diese zu analysieren. • kennen die behandelten Messschaltungen und ihre Einsatzmöglichkeiten. • analysieren Brückenschaltungen. • wenden grundlegende Konzepte der Messfehlerrechnung auf Messschaltungen an. • reflektieren selbstständig den eigenen Lernprozess und nutzen die Präsenzzeit zur Klärung der erkannten Defizite.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlagen der Elektrotechnik I und II
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Lehrbuch: Elektrische Messtechnik", R. Lerch, 7. Aufl. 2016, Springer-Verlag Übungsbuch: Elektrische Messtechnik Übungen", R. Lerch, M. Kaltenbacher, F. Lindinger, A. Sutor, 2. Aufl. 2005, Springer-Verlag

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

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

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	Inhalt	Die Hochfrequenzmesstechnik hat für die Tätigkeiten in der Forschung, Entwicklung und Fertigung eine ganz besondere Bedeutung. Sie dient der Verifikation von Praxis und Theorie bei der Entwicklung neuer Funk-, Radar- und Drahtlosgeräten und Verfahren sowie bei der Einhaltung technischer Parameter während der Fertigung der Geräte. In der Vorlesung in Kombination mit praktischen Übungen werden typische Geräteklassen der HF-Messtechnik, deren Aufbau und Anwendungsgebiete detailliert vorgestellt und Messaufgaben demonstriert.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Verstehen Die Lernenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweise von typischen Baugruppen in HF-Messgeräten. Sie können das Zusammenwirken der einzelnen Baugruppen beschreiben. Anwenden Die Lernenden können Gerätekonzpte vergleichen und durch Rechnungen abschätzen, welche Anforderungen an Messgeräte durch die jeweilige Messaufgabe gestellt werden. Analysieren Lernende können alternative Gerätekonzpte für eine Messaufgabe differenzieren und gegenüberstellen. Evaluieren (Beurteilen) Lernende können aus der Kenntnis der Funktionsweise und des Aufbaus eines Messgeräts unter Berücksichtigung der Messanforderungen HF-Messtechnik evaluieren. Erschaffen Lernende können mit dem vermittelten Wissen Messgeräte konzipieren und unter Anwendung der zugrundeliegenden Theorie Blockschaltbilder für ein Gerätekonzpt erstellen und die Leistungsfähigkeit abschätzen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich

11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Thumm, M., Wiesbeck, W., Kern, S.: Hochfrequenzmeßtechnik. B.G. Teubner, Stuttgart, 1997 Schiek, B.: Grundlagen der Hochfrequenz-Messtechnik, Springer-Verlag, Berlin, 1999 Hiebel, M.: Grundlagen der vektoriellen Netzwerkanalyse, München: Rohde & Schwarz GmbH, 2006 Rauscher, Ch.: Grundlagen der Spektrumanalyse, München: Rohde & Schwarz GmbH, 2004 Dunsmore, J.P.: Handbook of Microwave Component Measurements Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012 Bonaguide, G.; Jarvis, N.: The VNA Applikation Handbook, Boston, London: Artech House, 2019

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	Inhalt	Nach einer Einführung in die Frequenzbereiche und Arbeitsmethoden der Hochfrequenztechnik werden die Darstellung und Beurteilung linearer n-Tore im Wellen-Konzept systematisch hergeleitet und Schaltungsanalysen in der Streumatrix-Darstellung durchgeführt. Bauelemente wie Dämpfungsglieder, Phasenschieber, Richtungsleitungen, Anpassungstransformatoren, Resonatoren und Mehrkreisfilter sowie Richtkoppler und andere Verzweigungs-n-Tore erfahren dabei eine besondere Behandlung, insbesondere in Duplex- und Brückenschaltungen. Rauschen in Hochfrequenzschaltungen wirkt vor allem in Empfängerstufen störend und ist zu minimieren. Antennen und Funkfelder mit ihren spezifischen Begriffen, einschließlich der Antennen- Gruppen bilden einen mehrstündigen Abschnitt. Abschließend werden Hochfrequenzanlagen, vor allem Sender- und Empfängerkonzepte in den verschiedenen Anwendungen wie Rundfunk, Richtfunk, Satellitenfunk, Radar und Radiometrie vorgestellt und analysiert.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über die typischen passiven HF-Bauelemente sowie den Umgang mit Streuparametern und die Analyse von HF-Schaltungen. • lernen Antennenkonzepte und elementare Berechnungsmethoden für Antennen, Funkfelder, Rauschen und HF-Systeme kennen. • sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von HF-Bauelementen und Baugruppen sowie Antennen und einfachen HF-Systemen zu berechnen und zu bewerten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Empfohlene Voraussetzungen: • Passive Bauelemente • Elektromagnetische Felder I
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)

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

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

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

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

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

1	Modulbezeichnung 96101	Integrierte Navigationssysteme no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Integrierte Navigationssysteme (1 SWS) Vorlesung: Integrierte Navigationssysteme (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Jörn Thielecke	

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

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine formalen Voraussetzungen, geeignet für Masterstudium, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Physik, Signal- & System-theorie, Wahrscheinlichkeitstheorie.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%) Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie mindestens 75% der Hausaufgaben einschließlich der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Skriptum zur Lehrveranstaltung.

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

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu
5	Inhalt	• Transceiver-Architekturen • Hochfrequenzaspekte • Transistoren und Technologien • Passive Bauelemente und Netzwerke • Rauscharme Vorverstärker • Mischer • Oszillatoren • Phasenregelschleifen und Synthesizer • Messtechnische Grundlagen
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • Den Aufbau sowie Vor- und Nachteile von Transceiver-Architekturen zu verstehen • Hochfrequenzaspekte von Transistoren und Schaltungen zu analysieren • Geeignete Integrationstechnologien auszuwählen • Passive Bauelemente und Netzwerke zu verstehen und anzuwenden • Schaltungstopologien rauscharmer Vorverstärker, Mischer, Oszillatoren anzuwenden und zu analysieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 96270	Kanalcodierung Channel coding	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Kanalcodierung (3 SWS) Vorlesung mit Übung: Channel Coding (4 SWS) Übung: Übungen zur Kanalcodierung (1 SWS)	5 ECTS 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	Inhalt	1) Introduction and Motivation 2) Fundamentals of Block Coding 3) Introduction to Finite Fields I 4) Linear Block Codes 5) Linear Cyclic Codes 6) Introduction to Finite Fields II 7) BCH and RS Codes 8) Convolutional Codes 9) Codes with Iterative Decoding
6	Lernziele und Kompetenzen	Das Modul Kanalcodierung umfasst eine Einführung in die Grundlagen der algebraischen, fehlerkorrigierenden Blockcodes sowie einen Einstieg in die Thematik der Faltungscodes. Iterativ decodierte Codeschemata wie Turbo-Codes und LDPC-Codes werden ebenfalls eingeführt. Im Einzelnen sind die Inhalte oben aufgeführt. Die Studierenden definieren die Problematik der Kanalcodierung, grenzen sie von anderen Codierverfahren (z.B. der Quellencodierung) ab und kennzeichnen die unterschiedlichen Ansätze zur Fehlerkorrektur und -erkennung. Sie nennen Beispiele für Einsatzgebiete von Kanalcodierung und geben einen Überblick über die historische Entwicklung des Fachgebiets. Die Studierenden erstellen Übertragungsszenarien für den Einsatz von Kanalcodierung bestehend aus Sender, Übertragungskanal und Empfänger und beachten dabei die Grundannahmen beim Einsatz von Blockcodes bzw. der Modellierung der Kanäle. Sie formulieren mathematische Beschreibungen der Encodierung sowie der optimalen Decodierung bzw. suboptimaler Varianten. Die Studierenden beherrschen die Grundlagen fehlerkorrigierender linearer Blockcodes, beschreiben diese mathematisch korrekt mittels Vektoren und Matrizen über endlichen Körpern und implementieren und bewerten zugehörige Encoder- und Decoderstrukturen insbesondere Syndromdecoder. Dabei modifizieren sie Generatormatrizen, ermitteln Prüfmatrizen und erstellen Syndromtabellen. Sie schätzen die minimale Hammingdistanz von Codes mittels Schranken ab und können den erzielbaren Codegewinn erläutern. Sie kennen und benutzen beispielhaften Codefamilien (z.B. Hamming-Codes, Simplex-Codes, Reed-Muller-Codes). Die Studierenden erkennen die Vorteile zyklischer linearer Blockcodes und beschreiben diese mit Polynomen über endlichen Körpern. Sie nutzen die Restklassenrechnung bzgl. Polynomen zur Umsetzung systematischer Encoder und zur Realisierung von Syndromdecodern

mittels Schieberegisterschaltungen. Sie kennen beispielhafte Codefamilien.

Die Studierenden nutzen Primkörper, Erweiterungskörper, Minimalpolynome und Kreisteilungsklassen sowie die Spektraldarstellung über endlichen Körpern zur Realisierung von BCH- und Reed-Solomon-Codes gemäß der BCH-Schranke. Sie verstehen die Grundlagen der Decodierung von BCH- und Reed-Solomon-Codes. Sie skizzieren und erläutern die Kanalcodierkonzepte von CD und DVD. Die Studierenden erklären die Unterschiede von Faltungscodes und Blockcodes, skizzieren anhand von tabellierten Generatorpolynomen zugehörige Encoder und erläutern diese. Sie erklären die Funktionsweise des optimalen Decoders (MLSE) und demonstrieren diese beispielhaft.

Die Studierenden verstehen die Grundlagen der iterativen Decodierung, insbesondere wenden sie die Grundlagen des Information Combining zur Kombination von verschiedenen Beobachtungen an. Sie verstehen die Bedeutung von Log-Likelihood-Ratios bei iterativen Decodieruvorgängen und berechnen diese. Sie skizzieren die grundlegenden Encoder- und Decoderstrukturen von Turbo-Codes und die Grundzüge der Codierung mit LDPC-Codes u.a. der Decodierung mittels Belief Propagation.

Die Vorlesung erfolgt wechselweise auf Deutsch oder Englisch (Winter/Sommer). Die zur Verfügung gestellten Unterlagen sind ausschließlich in Englisch gehalten. Die Studierenden verwenden entweder die englischen Fachtermini sicher oder kennen diese und drücken sich sicher mit den entsprechenden deutschen Fachbegriffen aus.

Die Umsetzung der angegebenen Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) sollten die Studierenden zu diesem Zeitpunkt des Studiums üblicherweise beherrschen. Übungen hierzu bleiben der Eigeninitiative überlassen.

Students define the problems of channel coding, how to distinguish it from other coding methods (such as source coding) and how to describe the various different approaches to error correction and detection. They are able to list example application areas of channel coding and give an overview of the historical development of the field.

Furthermore, they describe and analyze transmission scenarios for the application of channel coding which consist of transmitter, transmission channel and receiver, taking into account the general assumptions for applying block codes or modeling the channels. They formulate mathematical descriptions of encoding, optimal decoding and sub-optimal methods.

Students illustrate the principles of error-correcting linear block codes and describe them mathematically using vectors and matrices over finite fields. They implement and analyze corresponding encoder and decoder structures, in particular syndrome decoders, and modify generator matrices, construct test matrices and create syndrome tables. They estimate the minimum Hamming distance of codes using bounds and are able to explain the coding gain that can be achieved in individual

		cases. They analyze and use example code families (e.g. Hamming codes, simplex codes, Reed-Muller codes). Students explain the advantages of cyclic linear block codes and how to describe them with polynomials over finite fields. They apply polynomial modular arithmetic to implement systematic encoders and realize syndrome decoders using shift register circuits. They know and use exemplary code families. Students use prime fields, extension fields, minimal polynomials and cyclotomic cosets, and spectral representation over finite fields to implement BCH and Reed-Solomon codes using the BCH bound. They understand the foundations of decoding BCH and Reed-Solomon codes and how to sketch and explain the channel coding concepts of CDs and DVDs. Students are able to describe the differences between convolutional codes and block codes, to sketch the respective encoders based on tabulated generator polynomials and to explain them. They are able to explain how optimal decoders (MLSE) work using examples. Students sketch the foundations of iterative decoding. In particular, they apply methods of information combining to combine different observations. They use and calculate log-likelihood ratios in iterative decoding processes, sketch the basic encoding and decoding structures of turbo codes and the basics of coding using LDPC codes (including decoding using belief propagation). Students either are able to use the English technical terms correctly or know them and are able to express themselves using the respective technical terms in German.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können. It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich Hilfsblatt, Taschenrechner: Sie können ein einzelnes A4-Blatt (Vorder- und Rückseite oder andere Blätter mit offensichtlich identischer Gesamtfläche) verwenden, um Ihre eigene, handschriftliche Formelsammlung aufzuschreiben. Sie können einen nicht programmierbaren Taschenrechner verwenden. Cheat Sheet, Calculator: A single A4 sheet (front and back, or any other collection of sheets with an obviously identical total area size) can be used to write down your own handwritten collection of formulas, etc. You may also bring a non-programmable calculator.

11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Literaturhinweise	• J. Huber, R. Fischer, C. Stierstorfer: Folien zur Vorlesung • M. Bossert: Kanalcodierung, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2013 • M. Bossert: Channel Coding for Telecommunications, John Wiley & Sons, 1999 • B. Friedrichs: Kanalcodierung, Springer Verlag, 1996 • S.B. Wicker: Error Control Systems for Digital Communications and Storage, Prentice-Hall, 1995

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

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

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

		the individual signal processing steps work as well as the signals themselves. 2. The students analyze the performance of the analog components of an SDR system and are able to apply procedures for optimizing these components independently. 3. The students analyse the digital processing steps of selected modulation types and are able to create the digital signal processing of an SDR transmitter and receiver themselves.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse im Bereich digitaler Signalverarbeitung werden vorausgesetzt
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Skriptum zur Veranstaltung im StudON verfügbar: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_117973

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

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

		• abstrahieren und strukturieren Warteräume in Kommunikationsnetzen und berechnen maßgebliche Kenngrößen wie Aufenthaltsdauer und Belegung • verstehen grundlegende Mechanismen für die verlustlose und verlustbehaftete Codierung von Mediendaten • kennen die maßgeblichen Standards des Internets für Sicherung, Vermittlung und Transport von digitalen Daten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnisse über Grundbegriffe der Stochastik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	M. Bossert, M. Breitbach, Digitale Netze", Stuttgart: Teubner-Verlag, 1999

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

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

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

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

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

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

1	Modulbezeichnung 668129	Machine Learning in Communications Machine learning in communications	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning in Communications (4 SWS) Übung: Tutorial for Machine Learning in Communications (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Nikita Shanin	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Laura Cottatellucci
5	Inhalt	Recently, in many areas of wireless communications such as wireless sensor networks (WSNs), heterogeneous networks and complex ad hoc networks, distributed graph algorithms and machine learning on graphs are gaining relevance as fundamental tools in network analysis and information processing. This motivates to deliver a general introduction to fundamentals of machine learning such as detection of clusters on graphs. The introduction is followed by the application of machine learning to the design of physical and data layer techniques in wireless communications and in the optimization of mobile networks.
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • know and explain the fundamentals of machine learning with special attention to machine learning over graphs. • apply these principles in the design and optimisation of wireless communications systems and mobile networks.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler
5	Inhalt	This course is an introduction into machine learning and artificial intelligence. The special emphasis is on applications to modern signal processing problems. The course is focused on design principles of machine learning algorithms. The lectures start with a short introduction, where the nomenclature is defined. After this, probabilistic graphical models are introduced and the use of latent variables is discussed, concluding with a discussion of hidden Markov models and Markov fields. The second part of the course is about deep learning and covers the use of deep neural networks for machine learning tasks. In the last part of the lecture, the use of deep neural networks for speech processing tasks is introduced. The course is based on the materials and video footage from Dr. Roland Maas. He is an outstanding machine learning expert and a former member of the Chair of Multimedia Communications and Signal Processing.
6	Lernziele und Kompetenzen	After attending the lecture, students will be able to • understand regression and classification problems • apply PDF estimation algorithms • understand Gaussian mixture models and expectation-maximization • apply principal component analysis and independent component analysis • assess different estimation algorithms • explain the application of machine learning to system identification • apply hidden Markov models • understand different artificial neural network architectures • explain deep learning principles • apply artificial neural networks • devise learning strategies for deep neural networks • assess the application of deep neural networks for speech processing tasks.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

		Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich/mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich/mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Literature: • C. M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, http://www.research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/PRML • S. Theodoridis and K. Koutroumbas: Pattern Recognition • M. Nielsen: Neural Networks and Deep Learning.

1	Modulbezeichnung 92347	Mechatronic components and systems (MCS) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronic components and systems (2 SWS) Übung: Mechatronic components and systems (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	System thinking and integration - Interactions of hardware and software - Engineering design methods Mechanical components - Energy conductors and transformers - Control elements and energy storages Actuators - Electrodynamical and electromagnetic actuators - Fluid actuators and unconventional actuators • Sensors for measuring mechanical quantities • Control and information processing
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to: • Holistically understand mechatronic systems and optimize them using methods of system integration, control, and information processing. • Grundlegende mechanische Komponenten unterscheiden, charakterisieren, modellieren und im Rahmen des Systementwurfs auswählen und dimensionieren. • Distinguish, characterize, model, and select basic mechanical components to dimension them in terms of system design. • Describe electrodynamic, electromagnetic, fluid power, and unconventional actuators phenomenologically and mathematically to dimension them considering the overall system. • Describe sensors for measuring mechanical quantities phenomenologically and mathematically and dimension them taking into account the overall system.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker. • Isermann, R. (2007). Mechatronische Systeme: Grundlagen. Springer. • Janocha, H. (Ed.). (2013). Aktoren: Grundlagen und Anwendungen. Springer

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	Inhalt	Die Mikrowellenschaltungstechnik ist ein essentieller Bestandteil vieler Sensor-, Kommunikations- und informationsverarbeitender Systeme geworden. Ihre Bedeutung wächst weiter mit der steigenden Vernetzung und Automatisierung in den Bereichen Verkehr, Energie und Industrie. Es werden das Design, die Analyse und die Realisierung von hochfrequenten elektronischen Schaltungen von der Komponente bis zum kompletten System behandelt. Ausgehend von der Planung und Auslegung von Mikrowellenschaltungen basierend auf Anforderungen aus der Anwendung wird der komplette Weg über das Design, die Fertigung sowie die messtechnische Charakterisierung abgedeckt. Dabei werden fundierte Kenntnisse über die Eigenschaften planarer Leitungen und Schaltungen sowie über die Methoden zu deren Berechnung und Modellierung mit modernen computergestützten Simulationstools wie ADS vermittelt. Es werden typische 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. - Planare Mikrowellenleiter - Computergestützte Simulation von Mikrowellenschaltungen - Passive Schaltungstechniken basierend auf Leitungen (Anpassschaltungen, Filter, Hybride) - Aktive Grundsaltungen (Mischer, Verstärker, Oszillatoren) - Systemarchitekturen (Sender-Empfänger-Trennung, Frequenzumsetzung, Vervielfachung, PLLs) - Konzeption von Schaltungen unter Einfluss von Nichtidealitäten (Rauschen, Nichtlinearität, Übersprechen, Stabilität). Desweiteren: Planung, Entwurf und Test eines Radartransceivers in Mikrostreifenleitungstechnik
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über die Eigenschaften von planaren Leitungen und Schaltungen und über die Methoden zu deren Berechnung und Modellierung mit modernen computergestützten Simulationstools wie ADS und CST und sie können die Leitungs- und Schaltungsstrukturen und die Methoden zu deren Berechnung und Modellierung differenziert auswählen und anwenden;

		• sind in der Lage, HF-Schaltungen und -Komponenten zu analysieren und deren hochfrequenten Eigenschaften mit Hilfe von Schaltungssimulationsprogrammen zu berechnen und Kriterien aufzustellen um sie zu charakterisieren und zu bewerten; • sind in der Lage Schaltungen und Schaltungsdesigns zu konzipieren, auszuarbeiten und anzufertigen und ihr Verhalten zu validieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Pozar, D. M.: Microwave Engineering. 4. Auflage. Wiley, 2011. Bächtold, W.: Mikrowellenelektronik. Vieweg, Braunschweig, 2002. Besser, L., Gilmore, R.: Practical RF Circuit Design for Modern Wireless Systems. Vol. I, Vol. II. Norwood, Artech House, 2003.

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober
5	Inhalt	Modern communication systems employ multiple antennas at the transmitter and/or receiver creating a multiple-input multiple-output (MIMO) system. This course covers the fundamental mathematical and communication theoretical concepts necessary for the design and analysis of MIMO communication systems. Relevant topics include MIMO Channel Capacity, Receive Diversity, Transmit Diversity, Space-Time Coding, Spatial Multiplexing, MIMO Transceiver Design, Multi-user MIMO, Massive MIMO, Relay-based MIMO, and applications in modern communication systems.
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • learn about different MIMO channel models, • analyze MIMO communication systems with respect to their channel capacity and reliability, • determine MIMO figures of merit such as coding gain, diversity gain, and multiplexing gain, • compare and evaluate different MIMO receiver designs, • characterize the rate region of multiuser systems, • analyze massive MIMO systems, • discuss the advantages and disadvantages of different relay network architectures. Die Studierenden • lernen verschiedene MIMO-Kanalmodelle kennen, • analysieren MIMO-Kommunikationssysteme hinsichtlich der Kanalkapazität und Zuverlässigkeit, • ermitteln MIMO-Kenngrößen wie Codierungsgewinn, Diversitätsgewinn und Multiplexgewinn, • vergleichen und beurteilen verschiedene MIMO-Empfangsstrategien, • charakterisieren die Ratenregion von Mehrteilnehmersystemen, • analysieren Massive-MIMO-Systeme, • diskutieren die Vor- und Nachteile verschiedener Relaisnetzwerkarchitekturen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Basic course in communications
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 43141	Mobile Communications Mobile communications	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Mobile Communications - Tutorial (1 SWS) Vorlesung: Mobile Communications (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	Inhalt	History of mobile communications, cellular systems, sectorization, spectral efficiency, co-channel interference, adjacent-channel interference, near-far effect, cellular network architecture, antenna types and parameters, free space propagation, reflection, attenuation, diffraction, scattering, classification of channel models, ground reflection model, Okumura-Hata model, shadowing, narrow-band fading, time-variant channels, scattering function, delay-Doppler spectrum, diversity principles, combining methods, diversity gain, multiplexing, duplexing, digital modulation, Gaussian filtered minimum shift keying, basics of channel coding, interleaving, global system for mobile communications, physical versus logical channels, frame structure, call set-up, synchronization, channel estimation, hand-off
6	Lernziele und Kompetenzen	The students explain the cellular structure of mobile communication systems. They students explain the physical mechanics of radio wave propagation in the cm-band. The students explain the GSM cellular communications standard. The students discuss the pros and cons of several multiple-access and duplexing methods. The students discuss the pros and cons of several modulation and coding formats. The students decide which antenna type is suitable for a given morphological structure of the environment. The students predict the amplitude and dynamic of the attenuation between a mobile transmitter and a fixed receiver. The students utilize diversity methods to improve the link quality. The students determine the coverage probability of a given cellular communication system. The students collaborate on solving exercise problems. The students discuss which system solutions fit to which environments.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

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

1	Modulbezeichnung 687141	Multiusser Information and Communications Theory Multiuser information and communications theory	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Multiuser Information and Communications Theory (1 SWS) Vorlesung: Multiuser Information and Communications Theory (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Saba Asaad Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

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

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• El Gamal, A., Kim, Y.: Network Information Theory, Cambridge University Press, 2011 • Cover, T., Thomas, J.: Elements of Information Theory, 2nd ed., Wiley, Hoboken, 2006 • Verdú, S.: Multiuser Detection, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1998 • Tse, D., Viswanath, P.: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.

1	Modulbezeichnung 92601	Nachrichtentechnische Systeme Communication systems	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Ergänzungen und Übungen zu Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik (1 SWS) Tutorium: Tutorium Nachrichtentechnische Systeme (2 SWS) Vorlesung: Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik (3 SWS) Vorlesung mit Übung: Nachrichtentechnische Systeme - Systemaspekte (2 SWS)	- - - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Andreas Feder Prof. Dr. Jörn Thielecke Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Prof. Dr. Jörn Thielecke	
5	Inhalt	Übertragungstechnik - Einführung und Grundbegriffe - Quellensignale und deren Modellierung - Übertragungskanäle und deren Modellierung - Analoge Modulationsverfahren - Pulscodemodulation - Grundbegriffe der Informationstheorie - Digitale Übertragung Systemaspekte - Charakterisierung von Übertragungskanälen (Dopplereffekt, Schwundtypen) - wichtige Eigenschaften von Signalen zur Kanalmessung und Datenübertragung (Spreizcodes, Walsh-Folgen, Exponentialfolgen) - Zugriff auf das Übertragungsmedium mittels CDMA, OFDM und CSMA - Anwendung der Verfahren in DRM, UMTS, IEEE 802.11 und GPS als Vertreter typischer Rundfunk-, Mobilfunk, WLAN- und Mess-Systeme - kurze Einführung in die Verkehrstheorie (Poissonprozess, Durchsatz) - kurze Einführung in Kommunikationsprotokolle, Systemarchitekturen und das Internet-Schichtenmodell.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden beschreiben die Aufgaben nachrichtentechnischer Systeme. Sie beschreiben und modellieren Signale mathematisch mit Zufallsprozessen und können diese in den Frequenzbereich transformieren. Sie rechnen lineare Größen in logarithmische Darstellungen um (und zurück) und verwenden die Pegelgrößen sicher.	

- Die Studierenden analysieren analoge Quellensignale, kennen und nutzen dabei die Kenngrößen und Annahmen bzgl. Bandbegrenzung, Spitzenwertbegrenzung usw. Sie unterscheiden analoge und digitale Quellensignale und beschreiben letztere ebenso anhand der üblichen Kenngrößen.
- Die Studierenden erläutern die Definition des Übertragungskanals sowie mögliche Ursachen für Signalverzerrungen und andere Störeinflüsse. Sie beschreiben den Kanal in äquivalenten komplexen Basisband, insbesondere beschreiben und analysieren sie die Ausbreitung von Signalen bei der Funkübertragung sowie auf Kabeln mit den dort auftretenden Effekten (z.B. Mehrwegeausbreitung, Dämpfung usw.). Sie verwenden additives weißes Rauschen zur Modellierung physikalischer Rauschprozesse in Zeit- und Frequenzbereich. Ebenso verwenden und analysieren die Modelle des AWGN-Kanals und des frequenzselektiven Schwundkanals. Sie bewerten Übertragungsverfahren anhand der Kriterien Leistungseffizienz und Bandbreiteneffizienz.
- Die Studierenden analysieren und beschreiben mathematisch die gängigen Amplitudenmodulationsverfahren (Ein- und Zweiseitenbandmodulation, Quadraturamplitudenmodulation) in Zeit- und Frequenzbereich. Dies gilt ebenso für die Frequenzmodulation. Sie bewerten diese Modulationsverfahren im Leistungs-Bandbreiten-Diagramm und analysieren den Einfluss von additiven Störern. Sie beschreiben die Grundstrukturen der zugehörigen Empfänger, insbesondere des Überlagerungsempfängers.
- Die Studierenden beschreiben den Übergang von analogen zu digitalen Signalen und analysieren die Effekte von Abtastung und Quantisierung. Sie untersuchen die Auswirkungen von Kompanidierung bei der Quantisierung sowie die Anforderungen an die differentielle Pulscodemodulation.
- 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.
- 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.

		• ◦ Grundlegende Methoden und Signale zur Kanalmessung und zum Kanalzugriff ◦ Grundlegendes zu Strukturen und Protokollen in Kommunikationssystemen • Die Studierenden lernen nachrichtentechnischen Signale und Verfahren anzuwenden und zu analysieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) Hausaufgaben/Bonuspunkte • Es können durch das Lösen von Hausaufgaben während des Semsters bis zu 12 Bonuspunkte erworben werden. Diese werden bei bestandener Prüfung zusätzlich in die Bewertung mit einbezogen.
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Skripten zu den Vorlesungen • Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner Verlag, 3. Aufl. • Anderson, Johannesson: Understanding Information Transmission, John Wiley, 2005

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

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

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Komponenten optischer Kommunikationssysteme hilfreich aber nicht obligatorisch
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Agrawal, G.P.: Fiber-Optic Communication Systems, John Wiley & Sons, 1997 Agrawal, G.P.: Nonlinear Fiber Optics, John Wiley & Sons, 3. Auflage, 2001 Kaminow, I, Koch, T.: Optical Fiber Telecommunications IVA, Academic Press, 2002 Skriptum zur Vorlesung Kaminow, I, Li, T., Willner, A.: Optical Fiber Telecommunications VA, Academic Press, 2008

1	Modulbezeichnung 92610	Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (2 SWS) Übung: Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek Marcel Hoffmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	Inhalt	Das Modul beschäftigt sich mit den elementaren passiven Bauelementen der Elektrotechnik und ihren hochfrequenztechnischen Eigenschaften. Neben der Theorie und den Eigenschaften der passiven Bauelemente werden wichtige anwendungsspezifische Aspekte behandelt. Zunächst werden der Aufbau und die Eigenschaften sowie die Frequenzabhängigkeit realer Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Übertrager und Resonanzelemente behandelt. Als Basis hierzu werden der Skineffekt und die Polarisationsmechanismen in dielektrischen bzw. magnetischen Medien thematisiert. Die Eigenschaften der elektrischen Leitung - als Beispiel für ein elektromagnetisches Bauelement, das in wenigstens einer Dimension größer als die Wellenlänge ist - bilden einen weiteren Bestandteil. In diesem Rahmen werden die Leitungstheorie der Lecherleitung und der Einsatz von Leitungen als Transformationselement behandelt. Als Hilfsmittel für Leitungstransformationen wird das Smith-Chart eingeführt, welches zur Bearbeitung von Schaltungsaufgaben eingesetzt wird. Des Weiteren werden die Eigenschaften und Anwendungen gängiger hochfrequenztauglicher Wellenleiter, wie z. B. koaxiale oder planare Wellenleiter, behandelt. Abschließend werden die Wellengrößen und die Streuparameterdarstellung zur Beschreibung hochfrequenter elektrischer Komponenten und Netzwerke eingeführt.
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die HF-Eigenschaften von realen konzentrierten Bauelementen sowie von elektromagnetischen Wellenleitern und deren Zusammenschaltungen und können die zuvor genannten passiven Bauelemente anhand ihrer Kenngrößen bewerten. Sie sind zudem in der Lage, die Kenngrößen und die frequenzabhängigen Übertragungseigenschaften von konzentrierten Bauelementen, von Wellenleitern und von einfachen Zusammenschaltungen zu berechnen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Grundlagen der Elektrotechnik 1-2 • Mathematik 1-3 • Werkstoffkunde • Elektromagnetische Felder I (begleitend)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

1	Modulbezeichnung 96316	Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems Exercises (2 SWS) Vorlesung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Carlowitz Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	Inhalt	Radar, RFID and wireless sensor and wireless locating systems are essential for automotive advanced driver-assistance systems (ADAS), 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. The module "Radar, RFID and Wireless Sensors" is an introduction into functional principles, building blocks, hardware and signal processing concepts and applications of modern radar, RFID, wireless sensor and real time locating systems. Covered applications include automotive radar, road and air traffic control systems, as well as robotics, industrial automation and medical technology. RWS is an identical replacement of the former module "Drahtlose Sensoren, Radar- und RFID-Systeme DSR.
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • learn about the setup, function and application of wireless sensors, Radar and RFID-systems • can analyze, discuss and implement basic components and system structures, signal theory, data processing and use cases • can determine the underlying physical limitations and sources of errors • are able to analyze and create system specifications and can compare and rate the usability of wireless esnsors, Radar and RFID-systems • can create and define independently applications and system designs of RWSs
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich

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

1	Modulbezeichnung 93150	Rechnerkommunikation Computer communications	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Rechnerkommunikation (2 SWS) Übung: Rechnerkommunikation Übungen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Reinhard German Alexander Brummer Dr.-Ing. Peter Bazan	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Reinhard German
5	Inhalt	Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Rechnerkommunikation und durchläuft von oben nach unten die Schichten des Internets: • Anwendungsschicht • Transportschicht • Netzwerkschicht • Sicherungsschicht • Physikalische Schicht Sicherheit wird als übergreifender Aspekt behandelt. An verschiedenen Stellen werden analytische Modelle eingesetzt, um Wege für eine quantitative Auslegung von Kommunikationsnetzen aufzuzeigen. Die Übung beinhaltet praktische und theoretische Aufgaben zum Verständnis der einzelnen Schichten.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erwerben • Kenntnisse über zentrale Mechanismen, Protokolle und Architekturen der Rechnerkommunikation (Topologie, Schicht, Adressierung, Wegsuche, Weiterleitung, Flusskontrolle, Überlastkontrolle, Fehlersicherung, Medienzugriff, Bitübertragung) am Beispiel des Internets und mit Ausblicken auf andere Netztechnologien • Kenntnisse über Sicherheit, Leistung und Zuverlässigkeit bei der Rechnerkommunikation • praktische Erfahrung in der Benutzung und Programmierung von Rechnernetzen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Übungsleistung Klausur (90 Minuten) Hausaufgaben zu Rechnerkommunikation (Übungsleistung): • Studienleistung, Übungsleistung, unbenotet, 2.5 ECTS • weitere Erläuterungen: Bearbeitung (zwei)wöchentlicher Aufgabenblätter in Gruppenarbeit. Für den unbenoteten Übungsschein sind 60% der Punkte je Aufgabenblatt zu erreichen Rechnerkommunikation (Klausur):

		• Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 2.5 ECTS • Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %
11	Berechnung der Modulnote	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Lehrbuch: Kurose, Ross. Computer Networking. 8th Ed., Pearson, 2021.

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger
5	Inhalt	Nach einem historischen Rückblick zur Entwicklung der Satellitenkommunikation werden die einzelnen Komponenten eines typischen Gesamtsystems (Boden- und Raumsegment) näher betrachtet. Hierzu zählt der prinzipielle Aufbau von Trägerraketen, von Satelliten (Satellitenplattformen, Subsysteme, Nutzlasten), die meist genutzten Umlaufbahnen und die verschiedenen Kommunikationsverbindungen (Uplink, Downlink, Inter-Satellite-Link). Die Besonderheiten der Signalausbreitung und -übertragung über große Entfernungen zwischen Bodenstationen und Satelliten werden erklärt und mit Beispielen ergänzt. Dabei wird insbesondere eingegangen auf verwendete Frequenzen, Signaldispersion und -dämpfung, atmosphärische Effekte sowie Störeinflüsse der Weltraumumgebung. Die Architektur transparenter und regenerativer Kommunikationseinheiten wird ausführlich an Beispielen kommerziell verfügbarer Transponder und Onboard-Prozessoren erklärt. Die Prinzipien moderner, standardisierter Verfahren zur Signalaufbereitung und Übertragung von Video-/Bild und Audiosignalen über Satellit (z.B. MPEG, H.264/265, DVB-S/-S2/-S2X) werden erläutert und diskutiert. Dies umfasst Verfahren zur Quellencodierung, Kanalcodierung und Modulation, Kanalzugriff und -diversität. Außerdem wird auf die im Orbit und im kommerziellen Einsatz befindlichen Kommunikationssatelliten und der damit verbundenen großen 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. Gliederung der Vorlesung: 1. Einführung: Überblick über die Hauptkomponenten, Satelliten, Anwendungen und Dienste, sowie Orbits, Aufgaben und Frequenzen der Satellitennetze 2. Historie der Satellitenkommunikation: Wichtige Meilensteine, Entwicklung in Europa und Deutschland 3. Orbits und Konstellationen:

Keplersche Gesetze, Beschreibung von Orbits, verwendete Umlaufbahnen, Bodenspuren, erreichbare Abdeckung

4. Trägersysteme:

Trägerraketen, Entwicklung, Anbietermarkt, Nutzlastfähigkeit, Startplätze, Startverlauf

5. Satellitenaufbau:

Auswahl aktueller Satellitenplattformen, Satellitenaufbau, Plattformkomponenten, Montageschritte und Tests

6. Satellitennutzlast (Payload):

Komponenten, Industrielle Beispiele, Aufbau und Aufgaben der Payload, Transponderarchitekturen, Antennen

7. Signalausbreitung und Leistungsbilanz:

Signalausbreitung, Freiraumverluste, Signaldämpfung, Rauschen, Signal-Rausch-Verhältnis, Linkbudget

8. Weltraumumgebung: Weltraumumgebungsbedingungen, Einflüsse auf den Satelliten und die Elektronik der Nutzlast

9. Quellencodierung:

Audio-, Bild- und Videokompression 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.

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

		• Die Studierenden lernen die Signalverarbeitungsschritte im Sender, Satelliten und Empfänger kennen - von der Audio/Video-Quelle über Link-Budget-Berechnungen bis zur Datensinke. • Die Studierenden lernen den Aufbau und wichtige Kenngrößen von Satelliten, Konstellationen und Launchern kennen und dabei verwendete Konzepte zu unterscheiden und zu klassifizieren bzgl. deren Vor- und Nachteilen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine formalen Voraussetzungen
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Skriptum zur Lehrveranstaltung

1	Modulbezeichnung 96410	Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (2 SWS) Vorlesung: Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Victor Shatov Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi Maximilian Lübke	

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

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 123526	Seminar Nachrichtentechnische Systeme Seminar Communication systems	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Nachrichtentechnische Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	Inhalt	Im Seminar Nachrichtentechnische Systeme werden Themen aus dem Bereich der elektrischen Nachrichtenübertragung bearbeitet, präsentiert und diskutiert.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erlernen grundlegende Techniken der Recherche, Themenaufbereitung und Präsentation technischer Inhalte und wenden diese an • analysieren und evaluieren gegebene Literatur im Hinblick auf die Schwerpunkte ihres Vortrags zu einem technischen Thema • wenden ihr bisher im Studium erworbenes Wissen an, um davon ausgehend eigenständig einen technischen Schwerpunkt zu vertiefen • wenden ihr bisheriges Wissen an, um als Zuhörer sinnvolle Fragen zu einem Vortragsthema zu formulieren und das Präsentierte zu diskutieren • analysieren und evaluieren die Präsentationen der anderen Seminarteilnehmer.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Dieses Seminar erweitert und vertieft die Inhalte des Moduls Nachrichtentechnische Systeme. Die vorherige oder parallele Belegung dieses Moduls ist unabdingbar.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung • Die Themen werden unter Anleitung eines/r Betreuers/in eigenständig im Hinblick auf eine Präsentation in Vortragsform erarbeitet. • Studierende haben die Möglichkeit sich aktiv an der Formulierung des Vortragsthemas zu beteiligen. • Themen werden bei einer Vorbesprechung zu Beginn des Semesters vergeben. • Eine kurze Präsentation der Struktur und erster Ergebnisse erfolgt etwa 5 Wochen nach der Vorbesprechung. Gegen Ende des Vorlesungszeitraums hält jede/r Studierende einen ca. 30-minütigen Vortrag mit anschließender 15-minütiger Diskussion. • Vor den Beiträgen der Studierenden erfolgt eine Einführung zur Vortragstechnik durch Mitarbeiter des Lehrstuhls.

		• Es wird eine ca. 6-10-seitige Ausarbeitung erstellt (vergleichbar IEEE Paper zweispaltig).
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%) • ca. halbstündiger Vortrag (60%) • Ausarbeitung im Umfang von 6-10 Seiten (vergleichbar IEEE Paper zweispaltig, 30%) • aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge (10%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Informationen zur Literatursuche und zu Präsentationstechniken • Muster von Ausarbeitungen und Präsentationsfolien • Technische Literatur im Themengebiet

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	• Einführung in die Sensorik • Wandlerprinzipien • Sensor-Parameter • Sensor-Technologien • Messung mechanischer Größen • Chemo- und Biosensoren
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • geben die Grundbegriffe und -strukturen der Sensorik und Aktorik wieder • klassifizieren Sensoren anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte • beschreiben, skizzieren und vergleichen die behandelten Wandlerprinzipien und Technologien zur Herstellung von Sensoren • kennen die behandelten Sensor-Parameter und beurteilen Sensoren anhand dieser • beschreiben und charakterisieren die behandelten Sensoren zur Messung mechanischer Größen • analysieren Elemente der Sensor- und Aktortechnik sowie Schaltungen zur Weiterverarbeitung und Auswertung von Messgrößen • zeigen mögliche Fehlerquellen der Sensorik auf und arbeiten Strategien zur Minimierung der Fehler aus
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)

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

1	Modulbezeichnung 92682	Signale und Systeme II Signals and systems 2	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Signale und Systeme II (SWS) Tutorium: Tutorium zu Signale und Systeme II (SWS) Vorlesung: Signale und Systeme II (SWS)	- - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Herglotz Hannah Och Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	

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

6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • analysieren diskrete Signale mit Hilfe der zeitdiskreten Fourier-Transformation und berechnen deren diskrete Fourier-Transformation • bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für diskrete lineare zeitinvariante Systeme • berechnen System- und Übertragungsfunktionen für diskrete lineare zeitinvariante Systeme • analysieren die Eigenschaften von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung • stufen diskrete lineare zeitinvariante Systeme anhand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein • bewerten Kausalität und Stabilität von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen • bewerten diskrete Zufallssignale durch Berechnung von Erwartungswerten und Korrelationsfunktionen • beurteilen die wesentlichen Effekte einer Filterung von diskreten Zufallssignalen durch diskrete lineare zeitinvariante Systeme
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

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

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

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

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

		• kennen elementare Hypothesentests und Entscheidungsverfahren • analysieren Optimalfilterprobleme und wenden das Orthogonalitätsprinzip zur Ableitung optimaler Filter an • verstehen und wenden das Konzept der signalangepassten Filterung an
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Hänsler: Statistische Signale, Springer 1998; Papoulis/Pillai: Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, Prentice Hall, 2002

1	Modulbezeichnung 43420	Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications Transmission and detection for advanced mobile communications	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker
5	Inhalt	The aim of this lecture is that the students acquire a basic knowledge of advanced transmission and detection techniques which are relevant to practical mobile communications systems. In the first part, it is shown how equalization schemes like decision-feedback equalization (DFE) and maximum-likelihood sequence estimation (MLSE) can be applied to the GSM/EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) standard. Also, channel estimation for GSM/EDGE is covered. In GSM/EDGE, disturbance by interfering signals of other users is a further major problem. Therefore, interference cancellation algorithms are discussed in detail. The cases of several receive antennas and one receive antenna (single antenna interference cancellation) are distinguished. Several receive antennas can be also utilized for increasing the robustness against fading, applying diversity combination techniques. In the case of the availability of several transmit antennas only, additional space-time coding has to be used for realization of diversity gains. These aspects are also discussed in depth. Furthermore, an introduction to code-division multiple access (CDMA) transmission is given and it is shown how CDMA is applied in the UMTS system. The lecture is concluded by an introduction to digital transmission in the Long Term Evolution (LTE) system.
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • describe basic equalization algorithms such as decision-feedback equalization (DFE) and maximum-likelihood sequence estimation (MLSE), • apply equalization algorithms to the GSM / Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE) mobile communication system, • formulate channel estimation methods for mobile communication systems, • characterize the interference problem in GSM / EDGE, - design interference suppression schemes for GSM/EDGE for receivers with a single antenna (single antenna interference cancellation) and multiple antennas, respectively, • characterize the performance of mobile communication networks for different reception schemes, • devise receivers for the realization of diversity gains for multiple receive antennas, • design space-time coding schemes for the realization of diversity gains for multiple transmit antennas,

		- describe transmission schemes which are based on code-division multiple access (CDMA), - apply reception techniques for CDMA to the UMTS system, - characterize the uplink transmission in the Long Term Evolution (LTE) system, - develop receivers for LTE. Die Studierenden - beschreiben grundlegende Entzerrverfahren wie entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung (Decision-Feedback Equalization, DFE) und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung (Maximum-Likelihood Sequence Estimation, MLSE), - wenden Entzerrverfahren auf das GSM/EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Mobilfunksystem an, - formulieren Kanalschätzverfahren für Mobilfunksysteme, - charakterisieren das Interferenzproblem bei GSM/EDGE, - entwerfen Interferenzunterdrückungsverfahren für GSM/EDGE für Empfänger mit einer Antenne (Single Antenna Interference Cancellation) und mehreren Antennen, - bewerten die Leistungsfähigkeit von Mobilfunknetzen bei Einsatz verschiedener Empfangsverfahren, - konzipieren Empfänger zur Realisierung von Diversitätsgewinnen bei empfangsseitiger Antennendiversität - entwerfen Space-Time-Codiervverfahren zur Realisierung von Diversitätsgewinnen bei sendeseitiger Antennendiversität, - beschreiben auf Code-Division Multiple Access (CDMA) basierende Übertragungsverfahren, - wenden Empfangsverfahren für CDMA auf das UMTS-System an, - charakterisieren die Aufwärtsstrecke von Long Term Evolution (LTE), - entwerfen Empfänger für LTE.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Systemtheorie, Nachrichtenübertragung
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Lecture notes

1	Modulbezeichnung 593320	Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren Connected mobility and autonomous driving	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Connected Mobility and Autonomous Driving (Exercises) (2 SWS) Vorlesung: Connected Mobility and Autonomous Driving (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Anatoli Djanatljev	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Anatoli Djanatljev
5	Inhalt	Es ist inzwischen allgemein bekannt, dass Fahrzeuge der Zukunft hochgradig vernetzt sein werden. Der aktuelle Trend geht in Richtung des autonomen Fahrens. In den bisherigen Betrachtungen wurde insbesondere die ad-hoc Kommunikation zwischen Fahrzeugen auf unteren Schichten untersucht (Fahrzeugkommunikation). Im Rahmen der vernetzten Mobilität soll das Fahrzeug vor allem als Teil eines größeren Ökosystems mit weiteren Teilnehmern (z.B. Personen, Radfahrern, Ampeln, Gebäuden etc.) gesehen werden. All dies gibt die Möglichkeit den ständig wachsenden Bedarf an Mobilität zu optimieren und neue Sicherheits- und Komfortdienstleistungen zu schaffen. Dies erfordert jedoch die Lösung einiger komplexer Herausforderungen. Neben den gesellschaftlichen und rechtlichen Aspekten müssen insbesondere auch technische Voraussetzungen geschaffen werden. Dazu gehören u.a. geeignete Kommunikationstechnologien (v.a. ad-hoc, Mobilfunk) und Kommunikationsarchitekturen (Cloud-, Edge/Fog-, Node-Computing). Neben Technologien, Methoden und innovativen Mobilitätsdienstleistungen werden im Rahmen dieser Lehrveranstaltung auch grundlegende Aspekte der Verkehrsplanung und Verkehrstechnik eingeführt sowie der intermodale Verkehr besprochen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Verstehen Verständnis grundlegender Konzepte u.a. von • Ad-Hoc Kommunikation • Mobilfunkkommunikation • Verkehrsplanung • Architekturen • Fahrzeug als Teil eines Mobilitäts-Ökosystems • Innovative Dienste Anwenden Bearbeitung von Übungsaufgaben Analysieren • Unterschiede zwischen unterschiedlichen Kommunikationstechnologien und Architekturen aufdecken • Relevante Zukunftsszenarien aufbauen Evaluieren (Beurteilen) Anwendung von Simulation und Modellierung zur Evaluierung zukünftiger Szenarien und Fallstudien.

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Barbara Flügge; Smart Mobility - Connecting Everyone: Trends, Concepts and Best Practices; Vieweg Teubner, 2017 Maurer, M., Gerdes, J.C., Lenz, B., Winner, H. (Hrsg.); Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte; Springer 2015 Johanning, V., Mildner, R.; Car IT kompakt: Das Auto der Zukunft Vernetzt und autonom fahren; Springer, 2015

1	Modulbezeichnung 683319	Zukunft der Automobiltechnik Future in the automotive industry	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Zukunft der Automobiltechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Anatoli Djanatljev	

4	Modulverantwortliche/r	
5	Inhalt	Die Bedeutung von Elektronik und Software ist in der Fahrzeugtechnik stark gestiegen, gleichzeitig stellen die komplexen Entwicklungsprozesse in der Automobilindustrie hohe Anforderungen an Berufseinsteiger. Absolventen benötigen daher zunehmend spezialisierte Kenntnisse aus den Themenbereichen Elektronik, Software und Vernetzung von Fahrzeugen. Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde am Department Informatik ein spezieller Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik" im Studiengang Informatik eingerichtet. Die Vorlesung Zukunft der Automobiltechnik" zeigt querschnittlich neue Trends in der Konzeption und Entwicklung auf und führt in das Thema Informatik in der Fahrzeugtechnik" ein.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erwerben • Kenntnisse über Szenarien der Automobiltechnik, insbesondere zu wirtschaftlichen Einflussfaktoren und technologischen Grundlagen der Fahrzeugproduktion • praxisnahe Erfahrungen rund um die Automobiltechnik, z.B. im Bereich Fahrzeugelektronik, und um den Einsatz von Informatikmethoden im Auto und in der Produktion
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Rechnerkommunikation
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Major E-Powertrain

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

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

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Daniel Kübrich
5	Inhalt	Es werden die Lerninhalte der Vorlesungen Elektromagnetische Verträglichkeit und EMV-Messtechnik mithilfe von Fallstudien vertieft. Zu diesem Zweck werden verschiedene handelsübliche Geräte unter EMV-Gesichtspunkten analysiert. Die erzeugten Emissionen werden messtechnisch erfasst, mit vorgeschriebenen Grenzwerten verglichen und die durchgeführten Entstörmaßnahmen werden im Hinblick auf ihren Aufwand und ihre Wirksamkeit diskutiert.
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • die Ursachen für die Entstehung der EMV-Probleme zu bewerten, • Probleme bei den EMV-Messungen zu analysieren und Lösungen zu deren Behebung zu entwickeln, • geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Störpegel und zur Erhöhung der Störfestigkeit zu entwickeln.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Voraussetzung: Modul EMV
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 45291	Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) Applied thermo-fluid dynamics (Power train systems)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Angewandten Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) für CBI, MB und ET (1 SWS) Vorlesung: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) für CBI, MB und ET (Vorlesung) (2 SWS) Exkursion: Exkursion zur Vorlesung Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) (1 SWS)	2 ECTS 3 ECTS 1 ECTS
3	Lehrende	Lukas Strauß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing	

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

		Batterieelektrische Systeme: • Batterietechnik: Grundlagen • Ladeverhalten von Li-Ionen-Akkus • Alterungsvorgänge von Li-Ionen-Akkus • BEV – Aufbau bis Stand der Technik • Zukunftstechnologien
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: • Kennen die Grundlagen, Begriffe und Kenngrößen der Motoren, Brennstoffzellen- und Akkumulatortechnik • Kennen Bauformen und Prozessführung von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen • Kennen die Bauteile/Baugruppen, Bauformen und wesentliche Berechnungsverfahren von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen (inkl. Peripherie) und batterieelektrischen Systemen und können diese anwenden und weiterentwickeln • Können Zusammenhänge zwischen Kraftstoffeigenschaften und motorischen Brennverfahren und Maschinenausführungen herstellen und weiterentwickeln • Können Wirkungsgrade unterschiedlicher Antriebssysteme anhand von (Vergleichs#)Prozessrechnungen analysieren, bewerten und weiterentwickeln • Kennen Ladungswechselsysteme für Otto- und Dieselmotoren, deren Eigenschaften und Kenngrößen, kennen Auflade-Systeme und grundlegende Berechnungen von Auflade-Systemen • Kennen typische Gemischbildungs- und Zündsysteme, Regelverfahren von Verbrennungsmotoren • Kennen Peripherie- und Versorgungssysteme von Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen und können grundlegende charakteristische Größen berechnen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 118154	Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Uwe Scheuermann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Uwe Scheuermann
5	Inhalt	Die Vorlesung gibt einen Überblick über die wichtigsten Grundlagen der Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik. Sie soll künftige Entwickler und Anwender von Leistungsmodulen mit den grundlegenden Konzepten vertraut machen. Hierbei werden Grundkenntnisse über leistungselektronische Bauelemente und Grundschaltungen vorausgesetzt, wie sie in der Vorlesung "Leistungselektronik" vermittelt werden. Die Vorlesung wird von einem Vertreter der Industrie gehalten, der durch seine langjährige Tätigkeit in der Entwicklung und Qualifizierung von Leistungsmodulen einen reichen Erfahrungsschatz einbringt. Der Dozent ist somit in der Lage, die vorgestellten theoretischen Zusammenhänge durch praxisnahe Beispiele zu veranschaulichen. 1. Einführung • Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik • Grundstruktur eines Leistungsmoduls • Verlustleistung 2. Thermische Grundlagen • Mechanismen der Wärmeableitung • Analogien zwischen thermischer und elektrischer Leitung • Thermische Ersatzschaltbilder 3. Thermische Messverfahren • Messung durch Kontaktsensoren • Berührungslose Messverfahren • Das Leistungsbauelement als Sensor 4. Materialien in der Aufbau- und Verbindungstechnik • Elektrisch leitfähige Materialien • Elektrisch isolierende Materialien • Gehäusewerkstoffe und Silikone 5. Verbindungstechnologien • Löten oder Kleben • Drahtbonden • Druckkontakttechnik • Federkontakte 6. Parasitäre Effekte • Parasitärer elektrischer Widerstand • Parasitäre Kapazitäten • Parasitäre Induktivitäten 7. Zuverlässigkeit • Bauelementbezogene Prüfungen • Gehäusebezogene Prüfungen • Lebensdauerrelevante Prüfungen

		8. Bauformen von Leistungsmodulen • Monolithisch integrierte Systeme • Bauformen für die Leiterplattenmontage • Klassische Module mit Grundplatte • Module ohne Grundplatte • Architekturen in Druckkontakttechnik • Systemintegration für hohe Leistungen 9. Datenblätter • Elektrische Kenngrößen • Grenzwerte der Belastung • Isolationskoordination 10. Systemaufbau • Kühlkörper • Thermische Koppelmedien • Parallelschaltung 11. Fehler- und Ausfallanalyse • Thermische Überlastung • Zerstörung durch Überspannung • Höhenstrahlung • Korrosion durch Umwelteinflüsse 12. Entwicklungstendenzen und Herausforderungen • Erhöhung der maximal zulässigen Sperrschichttemperatur • Synergien durch Systemintegration • Kandidaten für eine zuverlässigere Verbindungstechnik
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • verstehen die grundlegenden Funktionen der Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Komponenten, • identifizieren die wichtigsten Eigenschaften der beim Aufbau verwendeten Materialien, • erklären die Funktion von klassischen und fortschrittlichen Verbindungsverfahren, • berechnen das thermische Verhalten eines Leistungsmoduls mit Hilfe von thermischen Ersatzschaltbildern, • analysieren unterschiedliche Moduldesigns hinsichtlich ihrer thermischen und parasitären elektrischen Eigenschaften, • bewerten verschiedene Bauformen leistungselektronischer Module hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile für spezifische Anwendungsanforderungen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum
5	Inhalt	In dieser Vorlesung werden die weiterführenden Konzepte der Schaltnetzteiltechnologie behandelt. Nach einer kurzen Wiederholung der Schaltverluste werden folgende Methoden zur Reduktion derselben beispielhaft erörtert: - Nicht dissipative Entlastungsnetzwerke - Schalter-resonante Konverter (QRC-ZCS, QRC-ZVS) - Last-resonante Konverter (FHA, eFHA, SPA) - Vollbrücke mit Regelung mittels Phasenverschiebung - PWM-Konverter mit resonanten Schaltübergängen Die Übung vertieft die in der Vorlesung erarbeiteten Methoden an zusätzlichen Beispielen und demonstriert diese an praktischen Aufbauten.
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage: • Methoden zur Schaltverlustleistungsreduktion anzuwenden, • die Funktionsweise nicht dissipativer Entlastungsnetzwerke zu analysieren und diese zu entwickeln, • resonante Topologien sowohl der Familie der Schalter- als auch der Last-resonanten Schaltungen zu analysieren sowie die erzielten Ergebnisse zu bewerten, • Schalter-resonante Konverter zu entwickeln, • Berechnungsmethoden im Bereich Last-resonanter Konverter auf Basis verschiedener Designmethoden (FHA, eFHA, SPA) anzuwenden und zu bewerten, • weit verbreitete Konzepte zur Modifikation PWM geregelter Konverter zu verstehen und anzuwenden.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul Leistungselektronik Modul Schaltnetzteile
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

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

1	Modulbezeichnung 95340	Automotive Engineering Automotive engineering	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Automotive Engineering (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jan Fröhlich Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

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

		• Einen Überblick über die Produktentstehung bis hin zur Serienentwicklung zu geben • Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen • Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen • Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen • Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben • Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

		gegenüberzustellen und hinsichtlich der Auswirkungen auf die Betriebseigenschaften der elektrischen Maschine zu charakterisieren. Sie können für spezielle Vorgaben an das Betriebsverhalten geeignete Magnetkreisstrukturen und Wickelschemata auswählen, • gegebene aktive Bauteile und Baugruppen in elektrischen Maschinen bezüglich deren Einfluss auf das zu erwartende Betriebsverhalten zu bewerten und sich ggfs. für eine gezielte Modifikation der Bauteile und Baugruppen zu entscheiden, • die elektromagnetischen Bauteile und Baugruppen elektrischer Maschinen selbständig zu konzipieren, im Detail auszuarbeiten und zu entwickeln, um gegebene Anforderungen an das Betriebsverhalten der elektrischen Maschine zu erfüllen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesung: Elektrische Maschinen I Übung: Elektrische Maschinen I
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Vorlesungsskript

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm	
5	Inhalt	• Bedeutung der Mechatronik im Werkzeugmaschinenbau • Grundlegende Begrifflichkeiten mit Bezug auf den Werkzeugmaschinenbau zu den Themen Mechanik, Elektrotechnik und Software • Analyse, Modellierung und Regelung von Werkzeugmaschinen • CNC-Steuerungstechnik für die Werkzeugmaschine • Parallelkinematik-Maschinen • Evolution der Drehmaschinen • Vertikale und horizontale IT-Integration	
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • wesentliche mechatronische Komponenten der Werkzeugmaschine zu benennen und zu erläutern. • Modellversuche zur elektrischen Antriebstechnik durchzuführen. • eine analytische Vorgehensweise zur regelungstechnischen Modellbildung anzuwenden. • Regelungstechnische Möglichkeiten der elektrischen Antriebstechnik darzustellen. • die CNC Verfahrenskette vom CAD-Geometriemodell zur Werkzeugposition zu erklären. • Konsequenzen alternativer Maschinenkonzepte (Parallelkinematiken, modulare Maschinen) zu erläutern. • Werkzeugmaschinen als IT-Komponenten (horizontale und vertikale Integration und Kommunikation) darzustellen. • Mechatronische Systeme im allg. Maschinenbau anzuwenden und die Konzepte der Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen zu übertragen.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)	

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	Inhalt	• Analog-Digital-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen • Digital-Analog-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen • Programmierbare Logikschaltungen (PLD, FPGA): Grundlegende Konzepte, Kategorien, Hardwarearchitekturen • Digitale-Filter: Theorie, Eigenschaften, Entwicklung und Implementierung und IIR und FIR Filtern
6	Lernziele und Kompetenzen	• Die Studierenden verstehen die Hardwarearchitekturen und Funktionsweisen von Komponenten digitaler Elektronischer Systeme wie Digital-Analog-Umsetzer, Analog-Digital Umsetzer, PLDs und FPGAs und können diese erläutern • Die Studierenden Verstehen die Qualitätsmerkmale von Digitalen Elektronischen Komponenten, können diese auf konkrete Komponenten anwenden und somit die Qualität von digitalen Elektronischen Komponenten anhand der in Datenblättern typischer weise gegebenen Qualitätsmerkmale evaluieren • Die Studierenden können die Einflüsse von nichtidealen Bauelementen auf digitale elektronische Systeme analysieren • Die Studierenden verstehen die Funktion, die Eigenschaften, die Entwicklungsmethodik sowie die Implementierung von digitalen Filtern und könne diese erläutern
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	Unregelmäßig
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97360	Digitale Regelung Digital control	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitale Regelung - Übungen (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Digitale Regelung (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Andreas Michalka	
5	Inhalt	Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet: • quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer • zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsdifferenzengleichung oder z-Übertragungsfunktion • Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit • Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, Intersampling-Verhalten".	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise. • leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsdifferenzengleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her. • analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen. • entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse. • diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird empfohlen folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)	

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	Inhalt	This course introduces the fundamentals of dynamical systems and control design with a focus on linear single-input single-output system. The course covers the following topics: • Dynamical systems: state space formulation, physical examples, linearization • Frequency domain: Laplace transform, analysis and control based on transfer functions • Time domain: analysis, control and observer design based on state space models
6	Lernziele und Kompetenzen	The students will be able to • describe dynamical systems by differential equations • compute a linearized model for nonlinear systems • describe and analyze dynamical systems in the Laplace domain • design basic controllers in the Laplace domain • describe and analyze dynamical systems in the state space • design basic controllers and observers in the state space
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Basic knowledge of advanced mathematics
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel Written exam, 90 minutes
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• K.J. Aström and R.M. Murray: Feedback systems - An Introduction for Scientists and Engineers, Princeton University Press, 2008. • E. Hendricks, O. Jannerup, and P.H. Sørensen: Linear systems control: deterministic and stochastic methods, Springer, 2008. • L. Padulo and M.A. Arbib: System Theory, W.B. Saunders Company, 1974. • G.C. Goodwin, S.F. Graebe and M.E. Salgado: Control System Design, Prentice Hall, 2001. • W.J. Rugh: Linear System Theory, Prentice Hall, 1996. • C.T. Chen: Control System Design, Pond Woods Press, 1987. • T. Kailath: Linear Systems, Prentice Hall, 1980.

1	Modulbezeichnung 42924	Electrical energy storage systems no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektrische Energiespeichersysteme (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März Dr.-Ing. Bernd Eckardt	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Bernd Eckardt
5	Inhalt	Content: Introduction to electric energy storage systems and their applications regarding the mode of operation and load scenarios in mobile and stationary applications - Basics on electrochemical and physical energy storage systems as well as the used electronics for measuring (e.g. battery management system (BMS)) and connecting the storage to the source or load (e.g. power electronic). - Different electrochemical storage systems (Pb, NiCd, NiMH, NaNiCl₂, Lilo), fuel cells, flywheels, capacitors and thermal storages - Basics on analytic calculations of necessary ratings for mobile and stationary applications according to capacity, charge and discharge power, losses and lifetime - Safety aspects using energy storage systems
6	Lernziele und Kompetenzen	Students who participate in this course get basic knowledge on the use and selection of different electric energy storage systems. Therefore the most common used electrochemical storage systems are presented and the specific properties are discussed. Further on storage solutions based on capacitors, flywheels and fuel cells are covered. The basic electric performance and the system behavior is described. For different applications the students learn to specify the necessary requirements, to work with available datasheets and to configure electric storage systems.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Prerequisites: To succeed in this course, students will need basic knowledge in chemistry and electronics.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1;2;3;4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

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

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

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

		Mechanik: Die Studierenden erkennen antriebstechnische Systeme und zerlegen sie in Arbeits- und Lastmaschine. Sie analysieren antriebstechnische Probleme und erhalten Parameter anhand derer sie Beschleunigungsvorgänge und Drehmomentbelastung der elektrischen Maschinen überprüfen. *Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen:* Die Studierenden analysieren verschiedene Topologien von Gleichstromstellern für Antriebe mit Gleichstrommaschine und leiten die Kennlinien für kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb ab. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. *Stromrichter mit Gleichspannungs-ZK:* Die Studierenden beurteilen den Stellenwert selbstgeführter Stromrichter in Kombination mit Drehfeldmaschinen im Vergleich zu Gleichstromantrieben. Die Studierenden unterscheiden den Einsatzbereich von Raumzeigermodulation, Trägerverfahren, synchronen und optimierten Pulsmustern und konzipieren den geeigneten Modulator in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe. Sie berechnen und zeichnen die Pulsmuster für verschiedene Betriebspunkte. *Netzgeführte Stromrichter:* Die Studierenden beschreiben Aufbau und Funktionsweise der Diode und des Thyristors. Sie fertigen Schaltbilder verschiedener Stromrichter an und untersuchen und bewerten die Stromoberschwingungen mit denen sie das Versorgungsnetz belasten. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe stationärer Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Die Studierenden wenden die gelernte Vorgehensweise beim Konzipieren komplexer Stromrichter (Stromrichtermotor, Direktumrichter) an. *Weitere Topologien:* Die Studierenden zeichnen Schaltbilder und erläutern die Funktionsweise von seltenen Topologien selbstgeführter Stromrichter. Die Studierenden beurteilen das Prinzip und die Funktionsweise der untersynchronen Stromrichterkaskade. *Digitale Regelung:* Die Studierenden identifizieren die Baugruppen der Regelung in Abbildungen der gegenständlichen Hardware. Sie erstellen Blockschaltbilder für die Signalwege der digitalen Regelung und wählen hierfür abhängig von der antriebstechnischen Aufgabenstellung die geeigneten Bauteile und Baugruppen (Microcontroller, DSP, programmierbare Logik), deren Eigenschaften und jeweiligen Vorzüge sie gegeneinander abwägen. *Drehzahl- und Positionsgeber:* Die Studierenden erstellen Schaltbilder für Signalwege verschiedener Geber abhängig von der Antriebsaufgabe. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesung und Übung Leistungselektronik wird sehr empfohlen!
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

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

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

		den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine mit Hilfe von Raumzeigertransformation und Koordinatentransformation die Ständer- und Läufergleichungen für ein beliebiges Koordinatensystem ab. Die Studierenden wählen abhängig vom Maschinentyp (Asynchronmaschine, permanenterregte und elektrisch erregte Synchronmaschine) ein Koordinatensystem in dem Fluss und Drehmoment voneinander entkoppelt beeinflussbar sind und erstellen das Blockschaltbild für die Feldorientierte Regelung inklusive der Fluss-Modelle. *Lagegeberlose Regelung:* Die Studierenden nennen die wichtigsten Verfahren der lagegeberlosen Regelung und leiten diese aus den Modellgleichungen der Maschinen ab. Sie erstellen das Blockschaltbild einer testsignalbasierten geberlosen Regelung. Sie unterscheiden die Einsatzbereiche und Grenzen der vorgestellten lagegeberlosen Verfahren. *Direct Torque Control:* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der Direct Torque Control und leiten die Modellgleichungen für die Gewinnung des Drehmoment- und Flusssignals aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine ab. Die Studierenden zeichnen die Ortskurve des Statorflusses in der Raumzeigerebene für typische Betriebspunkte. *Digitale Feldbusse:* Die Studierenden nennen die Struktur und Vorteile der Feldbustechnik im Vergleich zu früheren Automatisierungsstrukturen. Die Studierenden unterscheiden die Merkmale von aktiver und passiver Kopplung, verschiedener Bus-Zugriffsverfahren, Maßnahmen zur Datensicherheit, Möglichkeiten der physikalischen Übertragung und Schnittstellen. Die Studierenden nennen und erläutern die Schichten des OSI-Schichten-Referenzmodells. Sie berechnen Prüfsummen. Knowledge and understanding about the closed-loop control of DC-drives, the principle of the field-orientated closed-loop control for three-phase AC drives with examples and additional closed-loop controls for three-phase AC drives, basic knowledge about digital field busses
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

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

1	Modulbezeichnung 94969	Elektrische Energiespeichersysteme no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Eberle	
5	Inhalt	• Einführung in elektrische Energiespeichersysteme und deren Anwendung hinsichtlich Betriebsweise und Belastungsformen in mobilen und stationären Anwendungen. • Grundlagen zu elektrochemischen und physikalischen Energiespeichern sowie der notwendigen Elektronik zur Überwachung (z.B. Batteriemanagement (BMS)) und Anbindung an Erzeuger und Verbraucher (z.B. Leistungselektronik). • Betrachtung von Batteriesystemen (Pb, NiCd, NiMH, NaNiCl₂, Lilo), Brennstoffzellen, Schwungmassenspeichern, Kondensatoren und thermischen Speichern. • Grundlagen zur analytischen Auslegung von Speichersystemen für mobile und stationäre Anwendungen hinsichtlich Energieinhalt, Lade-/Entladeleistung, Verlustleistung und Lebensdauer • Sicherheitsaspekte beim Einsatz von Energiespeichern	
6	Lernziele und Kompetenzen	Es werden die Grundlagen für die Auswahl und den Einsatz von elektrischen Energiespeichern vermittelt. Dazu werden die am weitesten verbreiteten elektrochemischen Energiespeicher vorgestellt und ihre spezifischen Eigenschaften diskutiert. Daneben werden auch Speichersysteme auf Basis von Kondensatoren, Schwungmassenspeichern und Wasserstoffbasierten Brennstoffzellen behandelt. Dazu werden die grundlegenden elektrischen Eigenschaften und das Verhalten der Systeme beschrieben. Für den Einsatz in unterschiedlichen Anwendungen lernen die Studierenden die notwendigen Anforderungen zu spezifizieren, die Datenblattangaben zu interpretieren und Speichersysteme auszulegen.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	

12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, 2 . überarbeitete Auflage, Andreas Jossen, Wolfgang Weydanz, ISBN: 978-3-736-99945-9 Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Herausgeber: Korthauer, Reiner (Hrsg.) , ISBN 978-3-642-30653-2

1	Modulbezeichnung 94971	Elektrische Energiespeichersysteme no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektrische Energiespeichersysteme (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März Dr.-Ing. Bernd Eckardt	

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Eberle
5	Inhalt	Introduction to electric energy storage systems and their applications regarding the mode of operation and load scenarios in mobile and stationary applications Basics on electrochemical and physical energy storage systems as well as the used electronics for measuring (e.g. battery management system (BMS)) and connecting the storage to the source or load (e.g. power electronic). Different electrochemical storage systems (Pb, NiCd, NiMH, NaNiCl₂, Lilo), fuel cells, flywheels, capacitors and thermal storages Basics on analytic calculations of necessary ratings for mobile and stationary applications according to capacity, charge and discharge power, losses and lifetime Safety aspects using energy storage systems
6	Lernziele und Kompetenzen	Students who participate in this course get basic knowledge on the use and selection of different electric energy storage systems. Therefore the most common used electrochemical storage systems are presented and the specific properties are discussed. Further on storage solutions based on capacitors, flywheels and fuel cells are covered. The basic electric performance and the system behavior is described. For different applications the students learn to specify the necessary requirements, to work with available datasheets and to configure electric storage systems.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Prerequisites: To succeed in this course, students will need basic knowledge in chemistry and electronics.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	Inhalt	Grundlagen: Definitionen, Kraft-/Drehmomenterzeugung, elektromechanische Energiewandlung Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von: Universalmotor, Glockenankermotor, PM-Synchronmaschine, Spaltpolmotor, Kondensatormotor, geschaltete Reluktanzmaschine, Schrittmotoren, Klauenpolmotor. Basics: Definitions, force and torque production, electromagnetic energy conversion Construction, mode of operation and operating behaviour of: universal motor, bell-type armature motor, PM-synchronous machine, split pole motor, condenser motor, switched reluctance machine, stepping motors, claw pole motor *Ziel* Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, die unterschiedlichen Maschinenkonzepte für elektrische Kleinmaschinen in ihrer Funktionsweise und ihrem Betriebsverhalten zu analysieren, sowie die Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte zu bewerten. *Aim:* After the participation the students are able to analyze the different machine concepts of small electric machines concerning their basic functionality and operating behaviour, and to evaluate their applicability to industrial problems.
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, • die grundlegenden Wirkzusammenhänge bei der Drehmoment- und Kraftentwicklung elektrischer Maschinen wiederzugeben. Unterschiedliche Maschinenvarianten elektrischer Kleinmaschinen können benannt, in ihrem konstruktiven Aufbau gezeichnet und dargelegt werden, • die grundlegenden Theorien und Methoden zur allgemeinen Beschreibung des stationären Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf die einzelnen unterschiedlichen Maschinenkonzepte anzuwenden und für den jeweiligen speziellen Fall zu modifizieren, um daraus das stationäre Betriebsverhalten vorauszusagen,

		• zwischen den unterschiedlichsten Maschinekonzepten zu unterscheiden, diese für einen gegebenen Anwendungsfall gegenüberzustellen und auszuwählen, • unterschiedliche elektrische Kleinmaschinen hinsichtlich ihrer Betriebseigenschaften zu vergleichen, einzuschätzen und zu beurteilen. Sie können für unterschiedliche anwendungsbezogene Anforderungen Kriterien für die Auswahl einer geeigneten elektrischen Kleinmaschine aufstellen und sich für eine Maschinenvariante entscheiden.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Vorlesungsskript Script accompanying the lecture

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	Inhalt	*Elektrische Maschinen I* *Einleitung* *Gleichstrommotoren:* Aufbau und Wirkungsweise, Spannung, Drehmoment und Leistung, Kommutierung und Wendepole, Ankerrückwirkung und Kompensationswicklung, Permanentterregte Gleichstrommaschine Schaltungen und Betriebsverhalten *Drehstrommotoren:* Allgemeines zu Drehfeldmaschinen, Drehfeldtheorie, Asynchronmaschine mit Schleifring- und Käfigläufer, Elektrisch erregte Synchronmaschine, Permanentterregte Synchronmaschine *Electric machines I* *Introduction* *DC-motors:* Construction and operating principle, Voltage, torque and power, Commutation and commutating poles, Armature reaction and compensation winding, Permanent-field DC-machine, Circuits and operational behaviour *Three-phase motors:* General aspects to three-phase machines, Rotating field theory, Induction machine with slip ring rotor and squirrel cage rotor, Electrical excited synchronous machine, Permanent-field synchronous machine *Ziel* Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, die Theorie der Entstehung von magnetischen Luftspaltfeldern anzuwenden und deren Eigenschaften zu analysieren, das stationäre Betriebsverhalten der Kommutator-Gleichstrommaschine bei verschiedenen Schaltungsvarianten zu analysieren, sowie das stationäre Betriebsverhalten der Asynchronmaschine und der Synchronmaschine zu analysieren und zu bewerten. *Aim:* After the participation the students are able to apply Maxwell's theory on the creation of magnetic air gap fields, to analyze the air gap field's properties, to analyze the stationary operating behaviour of the different brushed DC-machines, and to analyze and evaluate the basic stationary operating behaviour of the induction machine and the synchronous machine.
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage,

		• die Gleichstrommaschine, die Asynchronmaschine und die Synchronmaschine zu benennen und deren Betriebseigenschaften darzulegen, • die Maxwell'sche Theorie zur Beschreibung und Voraussage der in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder anzuwenden, • die in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder und deren harmonischen Anteile zu ermitteln und hinsichtlich ihre Einflüsse auf das Betriebsverhalten zu klassifizieren, • das stationäre Betriebsverhalten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte einzuschätzen, Kriterien für die Auswahl elektrischer Maschinen für eine vorliegende Antriebsaufgabe aufzustellen und sich für den speziellen Einsatzfall für eine Maschinenvariante zu entscheiden.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Skript Script accompanying the lecture

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

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

		unterschiedliche Maschinenkonzepte anzuwenden, die das Betriebsverhalten beschreibenden mathematischen Zusammenhänge aufzustellen und diese für Voraussagen der Betriebseigenschaften zu benutzen, • unterschiedliche Wickelschemata elektrischer Maschinen hinsichtlich der Oberwellenspektren zu klassifizieren und gegenüberzustellen. Sie können die Einflüsse der Oberwellen auf das Betriebsverhalten charakterisieren und Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung des Betriebsverhaltens erschließen, • Varianten elektrischer Maschinen deren Betriebsverhalten zu beurteilen und zu bewerten, • einfache dynamischer Simulationsmodelle für elektrische Maschine zu entwerfen, auszuarbeiten und zu entwickeln.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesung: Elektrische Maschinen I Übung: Elektrische Maschinen I
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Vorlesungsskript

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

4	Modulverantwortliche/r	Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Daniel Kübrich
5	Inhalt	Dieses Modul dient als Einführung in die grundlegende Problematik der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Es werden sowohl die Störemissionen, d.h. die Störaussendung auf Leitungen und als Abstrahlung als auch die Empfindlichkeit von elektronischen Geräten gegenüber den von außen kommenden Störungen betrachtet. Ausgehend von den in den unterschiedlichen Frequenzbereichen maximal zugelassenen Störpegeln werden neben den jeweils anzuwendenden Messverfahren insbesondere die technischen Möglichkeiten im Vordergrund stehen, die zur Reduzierung der Störemissionen bzw. zur Erhöhung der Störfestigkeit von Schaltungen beitragen. Es werden konkrete Fragestellungen der EMV, wie z.B. Störpegel auf Leitungen, Koppelmechanismen, Störpegel von abgestrahlten Feldern usw. berechnet und aus den Ergebnissen Maßnahmen zur Verbesserung der EMV-Situation abgeleitet. Neben den Rechenübungen werden zu den folgenden Themen praktische Messungen vorgenommen: • Symmetrische und asymmetrische Störströme • Ersatzschaltbilder von Filterkomponenten • Netzfilterdämpfung • Koppelmechanismen • Reduzierung von Feldern durch Schirmung / Spiegelung
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • die Besonderheiten der EMV-Messtechnik zu verstehen, • die aktuellen Normen zu verstehen und anzuwenden, • die unterschiedlichen Koppelmechanismen zu verstehen und auf die Störprobleme in Schaltungen und Systemen anzuwenden, • die Störsituation bei Schaltungen zu bewerten und Maßnahmen zur Entstörung zu entwickeln.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

1	Modulbezeichnung 94950	Elektromaschinenbau Engineering of electric drives	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Elektromaschinenbau - Applikation (2 SWS) Vorlesung: Elektromaschinenbau - Grundlagen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden zu vermitteln, wie sich die Wertschöpfungskette nach dem Entwurf, der Konzeption und der Konstruktion eines Produkts gestaltet. Anhand der Vorlesungseinheiten werden den Studierenden Einblick 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 den Hörern der Vorlesung Elektromaschinenbau das nötige Wissen gelehrt, 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. • Allgemeine Grundlagen zu elektrischen Maschinen • Weichmagnetische Werkstoffe • Hartmagnetische Werkstoffe • Wickeltechnik • Isolationstechnologien • Statorprüfung • Produktion und Endmontage elektrischer Maschinen • Produktion elektrischer Maschinen für Traktionsantriebe • Spezielle Anwendungsfelder des Elektromaschinenbaus • Recycling elektrischer Maschinen • Elektronik im Elektromaschinenbau
6	Lernziele und Kompetenzen	Lernziele: • Kenntnis von Bauarten, Einsatzfelder, Nutzen, Leistungsfähigkeit und technischen Neuerungen elektrischer Antriebe • Kenntnis von Aufbau, Einzelkomponenten und Materialien elektrischer Antriebe • Kenntnis der Einzelprozesse zur Produktion elektrischer Antriebe • Beherrschung von Methoden und Werkzeugen zur Planung, Inbetriebnahme, Betrieb und Optimierung von Produktionsketten für elektrische Antriebe
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Tzscheutschler - Technologie des Elektromaschinenbaus Jordan - Technologie kleiner Elektromaschinen

1	Modulbezeichnung 97247	Fertigungsmesstechnik I Manufacturing metrology I	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Fertigungsmesstechnik I - Übung (2 SWS) Vorlesung: Fertigungsmesstechnik I (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	- Grundlagen, Begriffe, Größen und Aufgaben der FMT: Teilgebiete der industriellen Messtechnik, Grundaufgaben und Ziele der Fertigungsmesstechnik, Messen, Prüfen, Überwachen, Lehren, Begriffsdefinitionen: Messgröße, Messwert, Messunsicherheit, wahrer Wert, vereinbarter Wert, Messergebnis, Prüfung, Messung, Messprinzip, Messmethode, Messverfahren, Nennmaß, Grenzmaß, Grenzabmaß, Grundeinteilung der Mess- und Prüfmittel in der FMT, Messschieber, Messschrauben, Messuhr, Taylorscher Grundsatz, Lehren Endmaße, Sinustisch oder Sinuslineal, Maßverkörperungen, Winkelendmaße) - Grundlagen der Längenmesstechnik (Maßstäbe und Interferometer): Messprinzipien zur Längenmessung, Abbe Komparator, Maßstäbe mit Skalen Eppensteinprinzip Linearencoder, Gitterabtastung, Richtungserkennung, Ausgangssignale, Demodulation, Differenzsignalerfassung, Referenzmarken, Abtastung (abbildend, interferometrisch, Durchlicht, Auflicht) Demodulationsabweichungen: Quantisierungs-, Amplituden-, Offset- und Phasenabweichungen, Heydemannkorrektur absolut codierte Maßstäbe: V- und U-Abtastung und Gray Code Transversale elektromagnetische Welle, Überlagerung von Wellen, konstruktive und destruktive Interferenz Polarisation des Lichtes, Voraussetzungen für die Interferenz, Interferenz von Lichtwellen Interferenz (Homodynprinzip und Heterodynprinzip), Interferenz am Michelson-Interferometern, Einteilung von Interferometern, Luftbrechzahl, Demodulation am Homodyninterferometer, Demodulation am Heterodyninterferometer Einteilung von Interferometern, Luftbrechzahl, zeitliche und räumliche Kohärenz Laser, He-Ne-Laser Aufbau von Interferometern, Anwendung der Interferometer - Geometrische Produktspezifikation und Verifikation (GPS) Basis der Messaufgabenbeschreibung und durchführung: Geometrischen Produktspezifikation (GPS) Dualitätsprinzip und Operationen Begriffsdefinition von Geometrieelementen (Nenn-, wirkliches, erfasstes und zugeordnetes Geometrieelement) Standardgeometrieelemente Gestaltparameter an Werkstücken (Grobgestalt, Feingestalt, Maß, Abstand, Lage, Form, Welligkeit, Rauheit) Systematik der Gestaltabweichungsarten

(Maß-, Form-, Lageabweichungen und Abweichung der Oberflächenbeschaffenheit) Toleranzbegriff Form- und Lagetoleranzen Systematik der Tolerierung von Unabhängigkeitsprinzip Werkstücken (Unabhängigkeitsprinzip, Hüllprinzip)

- Koordinatenmesstechnik: Prinzip, Koordinatensysteme, Grundanordnung, Bauarten Tastsysteme (Erzeugung der Antastkraft, Messung der Auslenkung, Integration mehrerer Achsen, Kinematik, weitere Achse, Umwelt, Arten von Tastsystemen, Taststiftbiegung, Taster) Einzelpunktantastung, Scanning Beschreiben und Festlegen der Messaufgabe Feststellen Einflüsse auf das Messergebnis Vorbereitung der Messung Auswahl und Einmessen des Tasters Festlegen der Messstrategie Auswertung der Messergebnisse (Ausgleichsverfahren) Spezifikation, Parameter und Prüfung
- Formprüftechnik: Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben, Bauarten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte) Abweichungen der Drehführung von der idealen Achse und deren Bestimmung Kalibrierung von Formmessgeräten Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren
- Oberflächenmesstechnik: Oberflächenmessprinzipien Tastschnittgeräte, optische Oberflächenmessgeräte, Fokusvariation, Konfokales Mikroskop, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope, Weißlichtinterferometer Oberflächenparameter Normenreihe DIN EN ISO (Profil, Flächen) Profilauswertung entsprechend DIN EN ISO 3274 und DIN EN ISO 4287 Profilkenngrößen (Rauheits-, Welligkeit- und Struktur-Kenngrößen): Filterung, Senkrecht-, Waagerechtkenngrößen, gemischte Kenngrößen Kenngrößen aus Materialanteil-Kurve (ISO 13565-2 und ISO 13565-3) Flächenparameter (Höhenparameter, räumliche Parameter, flächenhafte Materialanteilkurve, topographischen Elemente) Streulichtmessung, Streulichtparameter

Content:

- Basics, Terms, Dimensions and Tasks of the Manufacturing Metrology: Parts of the industrial measurement technology Manufacturing Metrology, Tasks and Aims Measure, Inspect, Control, Gauge Terms: Measurand, measurement value, measurement uncertainty, true value, measurement result, inspection, measurement, measurement principle, measurement method, basic size, limiting size, limiting dimension Classification of measurement and inspection equipment Caliper, micrometer screw, indicator Basic principle of Taylor, gauge Gauge block, sinus table, sinus ruler, material measure, angle gauge block
- Basics of dimension measurement (scale and interferometry): Principle of dimension measurement Abbe comparator, scales Principle of Eppenstein Linear encoder, lattice sampling, direction detection, output signals, demodulation,

		detection of signal difference, reference marks, sampling Demodulation deviation: Deviation of quantification, amplitude, offset and phases, Heydemann correction Absolute coded scales; V- and U-sampling, gray code Transversal electromagnetic weave, overlap of weaves, constructive and destructive interferences, polarization of light, requirements for interference, interference of light waves Interference (homodyne principle, heterodyne principle), interference with the Michelson interferometer, classification of interferometer, index of refraction, demodulation on the homodyne and heterodyne interferometer Classification of interferometer, index of refraction, temporal and spatial coherence Laser, He-Ne-laser Setup of interferometer, field of application of interferometer • Geometrical product specification and verification (GPS) Basis of the measurement task description and execution: Geometrical product specification and verification (GPS) Duality principle and operations Definition of terms of geometry elements Standard geometry elements Shape parameter on workpieces System of shape deviations Terms of tolerance Form tolerance and position tolerance System of toleration with the principle of independence • Coordinate measuring technology: Principle, coordinate system, setup, designs Caliper systems Single point measurement, scanning Description of measurement tasks Definition of influences on the measurement result Preparation of the measurement Right choice of caliper, calibration of caliper Definition of a measurement strategy Evaluation of the measurement results Specifications, parameters and inspection • Form inspection technique: Principle, characteristics, measurement tasks, designs Deviation of the swivel guide from an ideal axis Calibration of form measurement systems • Surface measurements: Principles of surface measurements Profilometer, optical surface measurement systems, focus variation, confocal microscope, laser-auto focus variation, interference microscope, white light interferometer Surface parameters in DIN EN ISO Profile analysis according to DIN EN ISO 3274 and DIN EN ISO 4287 Profile parameters Parameters of the material-curve (ISO 13565-2 and ISO 13565-3) Area parameters Scattered light measurement, scattered light parameters
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden können die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen.

		- Die Studierenden können die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken nennen. - Die Studierenden können Messaufgaben, deren Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben. Verstehen - Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernte implementieren. - Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen. - Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und analysieren. - Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung selbstständiges erkennen. - Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I".
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	- Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3 - DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010 - Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9

- Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5
- Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9
- Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2
- Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2
- Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmessstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5
- Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969
- Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 ISBN 978-3-410-21196-9
- Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012

Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik

- [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0
- [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]<http://www.koordinatenmesstechnik.de/>
- [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]<http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html>

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	*Optische Oberflächenmesstechnik:* Überblick Oberflächenabweichungen und Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkungen, Einteilung der optischen Oberflächenmessverfahren, Mikroskope und Komponenten, Messmikroskope, Numerische Apertur, Punktverwaschungsfunktion, Auflösungsvermögen, Modulations-Transfer-Funktion Fokusvariation, Fokusvariation mit strukturierter Beleuchtung, Flying Spot Mikroskop, konfokales Mikroskop (Aufbau, Prinzip, Kennlinie, Nipkow-Scheibe, Scanspiegel, Mikrolinsenarray), Laserscanningmikroskop, konfokaler zwei Wellenlängenfasersensor, chromatischer Weißlichtsensor, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope (Michelson, Mirau, Linnik, Phasenschieber), Weißlichtinterferometer Streulichtmessung *Taktile Formmesstechnik:* Grundlagen der Formmesstechnik, Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben Bauarten von taktilen Formmessgeräten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte, Universalmessgeräte, Tastsysteme) Messabweichungen (Einflussfaktoren, Abweichungen der Drehführung und deren Bestimmung, Abweichungen der Geradführungen) Kalibrierung von Formmessgeräten (Flick-Normale, Vergrößerungsnormale, Kugelnormale, Mehrwellennormale) Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren *Optische Formmesstechnik:* Interferometrische Formmessung (Interferenz gleicher Neigung und gleicher Dicke, Mehrstrahlinterferenz, Fabry-Perot und Fizeauinterferometer, Interferenzfilter, Newtonsche Ringe, Phasenschiebeinterferometer, Demodulation mit Phasenschiebung, synthetische Wellenlänge, Anwendung der Fizeau-Interferometrie, Einfluss der Referenzfläche, Dreiplattentest, Interferometrie streifendem Einfall, Twyman-Green Interferometer, Einsatzgrenzen) Deflektometrische Formmessung (Überblick Deflektometrie, Grundprinzip, Extended Shear Angle Difference Methode, flächenhafte Deflektometrie, Einsatzgrenzen) *Photogrammetrie:* Grundprinzip, Stereophotogrammetrie, passive Triangulation, Grundlagen, aktive Triangulation (Punktriangulation, linienhafte und flächenhafte Triangulation) Streifenlichtprojektion (strukturierte Beleuchtung, Grundprinzip Ein- und Zweikamerasysteme, Kodierung Gray Code, Phasenschiebung, Kombinierte Beleuchtung aus Gray Code und Phasenschiebung, Anwendung, Datenverarbeitung, Einsatzgrenzen) *Röntgen-Computertomografie:* Röntgenstrahlung, Grundprinzip der Röntgen-Computertomografie, Aufbau und Scanvarianten, Röntgenstrahlquellen, Strahlungsspektrum, Wechselwirkung mit Material (Photoelektrischer Effekt, Compton Streuung),

		Detektoren, Vergrößerung, Rekonstruktion (Radontransformation, algebraische Rekonstruktion, gefilterte Rückprojektion, Artefakte (Strahlaufhärtung, Ringartefakte, Streustrahlung, Scannerausrichtung), Schwellwertfindung, Anwendung (Defekterkennung, Micro- und Nano-CT, Hochenergie-CT, Multimaterial), Rückführung *Spezifikation und Messung optischer Komponenten:* Zeichnungen für optische Elemente und Systeme, Materialspezifikation, Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Prüfung der Oberflächenformabweichungen (Passe) mit Probegläsern, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, Messung geometrischer Spezifikationen *Mikro- und Nanomesstechnik:* Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoodinatensysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik. • Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben • Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen. Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern. • Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen. • Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren. Anwenden • Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen. • Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren. Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren. • Die Studierenden sind in der Lage Messergebnisse zu hinterfragen und auf dieser Basis die Funktionalität des Messsystems sowie die zum Zeitpunkt der Messung vorherrschenden Messbedingungen zu bewerten.

		Erschaffen Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Eine Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Fertigungsmesstechnik 1" wird empfohlen, ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012 Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9 Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg +Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5 Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9 Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2

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

1	Modulbezeichnung 42918	Fuel cells and electrolyzers no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fuel cells and electrolyzers (2 SWS) Übung: Fuel cells and electrolyzers (Exercises) (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Simon Thiele	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Simon Thiele
5	Inhalt	Fuel cell (FC) and electrolysis cell (ECs) • Application areas • Thermodynamic boundary conditions • Electrochemical basics • Kinetics • Transport processes • State of the art • Characterisation techniques • Open questions and scientific challenges
6	Lernziele und Kompetenzen	Students • are able to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry • understand kinetics to describe the time dependent concentration changes in chemical reactions • apply basic knowledge in thermodynamics and general chemistry • are familiar with basic concepts of electrochemical engineering for fuel cells and electrolyzers • can describe thermodynamics, kinetic effects and electrochemical foundations • understand limitations such as kinetic, ohmic or mass transport limitations • have a solid knowledge on the state of the art • know how to experimentally characterize cells • are able to deduce methods to improve cell technologies by analyzing experimental data
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	To succeed in this course, students will need to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry. 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	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• O'hayre, Ryan; Cha, Suk-Won • Prinz, Fritz B. • Colella, Whitney (2016): Fuel cell fundamentals: John Wiley & Sons.

1	Modulbezeichnung 993143	Fundamentals of Polymer Materials (Polymerwerkstoffe) Fundamentals of Polymer Materials	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fundamentals of Polymer Materials (Polymerwerkstoffe) (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Schubert	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Schubert
5	Inhalt	Grundlegende Konzepte, Theorien und Methoden der Werkstoffkunde der Polymerwerkstoffe werden dargelegt. Das Modul umfasst folgende Themen: Thermodynamische Eigenschaften makromolekularer Lösungen, Molekularmasse und ihre Verteilung, Bestimmungsmethoden der Molekularmasse; Aggregatzustände und mechanisches Verhalten von unvernetzten amorphen und teilkristallinen Polymeren, von Elastomeren und Duromeren; lineares und nichtlineares viskoelastisches Deformationsverhalten, Messverfahren, Rheologie, Zeit- Temperatur-Superpositionsprinzip, Abhängigkeit viskoelastischer Funktionen und anderer Eigenschaften vom molekularen Aufbau.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden können Zusammenhänge zwischen dem molekularen Aufbau polymerer Werkstoffe, ihren Eigenschaften, Fertigungsprozesse und wichtigen Anwendungsfelder wiedergeben und darlegen. Verstehen Die Studierenden erwerben die Fähigkeit Werkstoffeigenschaften von Polymeren Werkstoffen zu erklären und zu veranschaulichen. Anwenden Basiernd auf dem Wissen und Verständnis sind die Studierenden in der Lage Werkstoffzusammensetzungen und Anwendungsfelder zu erklären, zu berechnen und einzordnen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio

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

1	Modulbezeichnung 97277	Geometrische numerische Integration Geometric numerical integration	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Geometric Numerical Integration (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Flóra Szemenyei Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	Inhalt	• Integration of ordinary differential equations • Numerical integration • Conservation of first integrals (linear and quadratic invariants) • Symplectic integration of Hamiltonian systems • Variational integrators • Error analysis In this lecture, numerical methods that preserve the geometric properties of the flow of a differential equation are presented. First, basic concepts of integration theory such as consistency and convergence are repeated. Several numerical integration methods (Runge-Kutta methods, collocation methods, partitioned methods, composition and splitting methods) are introduced. Conditions for the preservation of first integrals are derived and proven. After a brief introduction into symmetric methods, symplectic integrators for Lagrange and Hamilton systems are considered. Basic concepts such as Hamilton's principle, symplecticity, and Noether's theorem are introduced. A discrete formulation leads to the class of variational integrators which is equivalent to the class of symplectic methods. The symplecticity leads to a more accurate long-time integration which is proven by concepts of backward error analysis and is demonstrated by means of numerical examples.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen The students are familiar with Lagrange systems and Hamiltonian systems and Hamilton's principle know the terms ordinary differential equation and analytic solution are familiar with consistency and convergence of a discrete evolution know standard integrators to solve ordinary differential equations numerically (Runge-Kutta methods, collocation methods, composition and splitting methods) know symmetric integrators are familiar with the terms first integrals and quadratic invariants are familiar with Noether's theorem and symplecticity of the Hamilton flow know symplectic integrators/variational integrators know conservation properties of symplectic/variational integrators are familiar with variational error analysis and backward error analysis Anwenden

		The students derive Lagrange- and Hamiltons equations determine invariants of dynamical systems implement numerical integrators and solve the ordinary differential equations numerically analyse the numerical solutions regarding accuracy, conservation of invariants, convergence, symmetry
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• E. Hairer, G. Wanner and C. Lubich, Geometric Numerical Integration: Structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations. Springer, 2006. • E. Hairer, S. Nørsett, and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. I Nonstiff problems. Springer, 1993. • E. Hairer and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. II Stiff and differential-algebraic problems. Springer, 2010. • J. E. Marsden and M. West, Discrete mechanics and variational integrators. Acta Numerica, 2001. • E. Hairer, C. Lubich and G. Wanner. Geometric numerical integration illustrated by the StörmerVerlet method. Acta Numerica, 2003. • E. Süli and D. F. Mayers, An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, 2003.

1	Modulbezeichnung 92552	Grundlagen der elektrischen Maschinen Electrical Power Engineering (MT)	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Grundlagen der Elektrischen Maschinen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jens Igney	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Jens Igney	
5	Inhalt	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. 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. Inhaltliche Gliederung: Physikalische Grundlagen: Durchflutungsgesetz, Induktionsgesetz, des Magnetischer Kreis, ferromagnetische Materialeigenschaften, Lorenz-Kraft, Induktivität. Gleichstrommaschine: Kommutator, Wendepolwicklung und Kompensationswicklung, Schleifen- und Wellenwicklung, Kennlinien (fremderregte Maschine, Nebenschlussmaschine, Reihenschlussmaschine), stationäre Betriebspunkte, konventionelle Drehzahlstellung Drehfeldmaschine: Strombelag, Grundwellenmaschine, Drehfeld, Flussverkettung, Gegeninduktivität, Spannungsgleichungen Synchronmaschine: Ersatzschaltbild, Zählpfeilsysteme, Zeigerdiagramm, Stromortskurve, Leistungsbilanz Asynchronmaschine: Schleifring- und Kurzschlussläufer, Schlupf, Ersatzschaltbild, Leistungsbilanz, Stromortskurve (Kreisdiagramm), Kloss'sche Kennlinie, konventionelle Drehzahlstellung	
6	Lernziele und Kompetenzen	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. 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 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	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlagen der Elektrotechnik, insbesondere die komplexe Wechselstromrechnung werden vorausgesetzt.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	• Umfang und Bedeutung der elektrischen Messtechnik • Die Grundlagen des Messens • Fourier-Transformation • Laplace-Transformation • Netzwerkanalyse im Zeit- und Laplace-Bereich • Übertragungsfunktion und Bode-Diagramm • Nichtlineare Bauelemente, Schaltungen und Systeme • Operationsverstärker • Messverstärker • Messfehler • Messung von Gleichstrom und Gleichspannung • Ausschlagbrücken • Abgleichbrücken, Messung von elektrischen Impedanzen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • ordnen die behandelten Verfahren gemäß ihrer Eignung für spezifische Probleme (Zeit-/Frequenzbereich, Linear/ Nichtlinear) ein. • wählen geeignete Verfahren zur Analyse elektrischer Netzwerke aus und wenden diese an. • interpretieren die Ergebnisse und zeigen Zusammenhänge zwischen den Lösungsverfahren auf. • kennen einfache Grundsaltungen mit Operationsverstärkern und sind in der Lage, diese zu analysieren. • kennen die behandelten Messschaltungen und ihre Einsatzmöglichkeiten. • analysieren Brückenschaltungen. • wenden grundlegende Konzepte der Messfehlerrechnung auf Messschaltungen an. • reflektieren selbstständig den eigenen Lernprozess und nutzen die Präsenzzeit zur Klärung der erkannten Defizite.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlagen der Elektrotechnik I und II
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Lehrbuch: Elektrische Messtechnik", R. Lerch, 7. Aufl. 2016, Springer-Verlag Übungsbuch: Elektrische Messtechnik Übungen", R. Lerch, M. Kaltenbacher, F. Lindinger, A. Sutor, 2. Aufl. 2005, Springer-Verlag

1	Modulbezeichnung 94951	Grundlagen der Robotik no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Grundlagen der Robotik (0 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Robotik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Reitelshöfer Julian Seßner	

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

		• Robotersysteme durch den Einsatz von Planungs- und Simulationswerkzeugen zu validieren • sowie Roboter mit Hilfe des Robot Operating Systems zu programmieren und zu steuern.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	Inhalt	Das Modul Halbleiterbauelemente vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen moderner Halbleiterbauelemente. Der erste Teil der Vorlesung befasst sich nach einer Einleitung in die moderne Halbleitertechnik und Halbleitertechnologie mit der Behandlung von Ladungsträgern in Metallen und Halbleitern; und es werden die wesentlichen elektronischen Eigenschaften der Festkörper zusammengefasst. Darauf aufbauend werden im Hauptteil der Vorlesung die Grundelemente aller Halbleiterbauelemente pn-Übergang, Schottky-Kontakt und MOS-Varaktor detailliert dargestellt. Damit werden dann zum Abschluss die beiden wichtigsten Transistorkonzepte der Bipolartransistor und der MOS-gesteuerte Feldeffekttransistor (MOSFET) ausführlich behandelt. Ein Ausblick, der die gesamte Welt der halbleiterbasierten Bauelemente für Logik- & Hochfrequenzanwendungen, Speicher- und leistungselektronischen Anwendungen beleuchtet, runden die Vorlesung ab.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden Fachkompetenz Verstehen - verstehen grundlegende physikalische Vorgänge (u.a. Drift, Diffusion, Generation, Rekombination) im Halbleiter - interpretieren Informationen aus Bänderdiagrammen Anwenden - beschreiben die Funktionsweisen moderner Halbleiterbauelemente - berechnen Kenngrößen der wichtigsten Bauelemente - übertragen - ausgehend von den wichtigsten Bauelementen, wie Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren - diese Funktionsprinzipien auf Weiterentwicklungen für spezielle Anwendungsgebiete wie Leistungselektronik oder Optoelektronik Analysieren - diskutieren das Verhalten der Bauelemente z.B. bei hohen Spannungen oder erhöhter Temperatur
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlagen der Elektrotechnik I
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Vorlesungsskript, am LEB erhältlich • R. Müller: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Band 1 der Reihe Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2002 • D.A. Neamen: Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, McGraw-Hill (Richard D. Irwin Inc.), 2002 • Th. Tille, D. Schmitt-Landsiedel: Mikroelektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2004 • S.K. Banerjee, B.G. Streetman: Solid State Electronic Devices, Prentice Hall, 2005

1	Modulbezeichnung 92523	Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Halbleitertechnik III Leistungshalbleiterbauelemente (2 SWS) Übung: Übung zu Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Julian Schwarz PD Dr. Tobias Erlbacher	

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

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Fundamentals of Power Semiconductor Devices, B. J. Baliga, Springer, New York, 2008 ISBN: 978-0-387-47313-0 • Halbleiter-Leistungsbaulemente, Josef Lutz, Springer, Berlin, 2006 ISBN: 978-3-540-34206-9 • Leistungselektronische Bauelemente für elektrische Antriebe, Dierk Schröder, Berlin, Springer, 2006 ISBN: 978-3-540-28728-5 • Physics and Technology of Semiconductor Devices, A. S. Grove, Wiley, 1967, ISBN: 978-0-471-32998-5 • Power Microelectronics - Device and Process Technologies, Y.C. Liang und G.S. Samudra, World Scientific, Singapore, 2009 ISBN: 981-279-100-0 • Power Semiconductors, S. Linder, EFPL Press, 2006, ISBN: 978-0-824-72569-3 • V. Benda, J. Gowar, D. A. Grant, Power Semiconductor Devices, Wiley, 1999

1	Modulbezeichnung 97121	Handhabungs- und Montagetechnik Industrial handling and assembly technology	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS) Vorlesung: Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Jonas Walter Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Im Vertiefungsfach Handhabungs- und Montagetechnik wird die gesamte Verfahrenskette von der Montageplanung bis zur Inbetriebnahme der Montageanlagen für mechanische sowie elektrotechnische Produkte aufgezeigt. Einleitend erfolgt die Darstellung von Planungsverfahren sowie rechnergestützte Hilfsmittel in der Montageplanung. Daran schließt sich die Besprechung von Einrichtungen zur Werkstück- und Betriebsmittelhandhabung in flexiblen 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.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage: • die Montagefreundlichkeit von Produkten zu beurteilen und zu verbessern, • Montage- und Handhabungsprozesse zu beurteilen, auszuwählen und zu optimieren, • die dazu erforderlichen Geräte, Vorrichtungen und Werkzeuge zu bewerten, und • Montageprozesse sowie -systeme zu konzipieren, zu planen und weiterzuentwickeln. Dieses Wissen ist vor allem in den Bereichen Produktentwicklung, Konstruktion, Produktionsmanagement, Fertigungsplanung, Einkauf, Vertrieb und Management sowie in allen industriellen Branchen (z. B. Automobilbau, Elektrotechnik, Medizintechnik, Maschinen- und Anlagenbau) erforderlich.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Feldmann, Klaus; Schöppner, Volker; Spur, Günter (Hg.) (2014): Handbuch Fügen, Handhaben, Montieren. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage. München: Hanser. • Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. • Rainer Müller, Jörg Franke, Dominik Henrich, Bernd Kühlenkötter, Annika Raatz, Alexander Verl (Hg.) (2019): Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration: Hanser Fachbuchverlag.

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

4	Modulverantwortliche/r	
5	Inhalt	In diesem Seminar werden Präsentations- und Arbeitstechniken demonstriert, mit denen sich Vorträge und erforderliches Begleitmaterial erstellen lassen. Studierende wenden diese zur Erstellung eines Vortrags mit Begleitliteratur anhand von aktuellen, interessanten Themen innerhalb eines stetig wechselnden Schwerpunktthemas im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit an. Themengebiete sind beispielsweise: • abgestrahlte elektromagnetische Störungen • Aufbau und Einsatz von Filtern • Störfestigkeitsgesichtspunkte für praktische Schaltungen
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden in der Lage: • erforderliche Literatur aufzufinden, zu analysieren und zu bewerten, • sich eigenständig in ein Themengebiet einzuarbeiten, • Grundzüge der Präsentationstechniken anzuwenden, • eine Präsentation mit Begleitmaterial für ein Fachpublikum zu entwickeln, • einen Vortrag im vorgegebenen Zeitrahmen durchzuführen, • Sachverhalte unter Fachleuten zu diskutieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul EMV
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

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

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

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

		• wenden Verfahren zur Berechnung und Bewertung der charakteristischen Kenngrößen typischer Schaltungsvarianten an. • entwickeln ausgehend von dreipulsigen Elementarstromrichtern Verfahren zur Berechnung höherpulsiger Stromrichter und von dynamischen Kompensationsanlagen im Zustandsraum.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlagen der elektrischen Energieversorgung für das Verständnis nötig.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Herold, G.: Elektrische Energieversorgung V. Stromrichter in Drehstromnetzen. Wilburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2009

1	Modulbezeichnung 94946	Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Industrie 4.0 Anwendungsszenarien in Produktion und Service (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jonathan Fuchs Prof. Dr. Ulrich Löwen	

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

		und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen • aufgrund der vermittelten Beispiele und Methoden durch eine Hinterfragung von Zielen und des wirtschaftlichen Nutzens die oft stark emotional geführten Diskussionen im Kontext von Industrie 4.0 zu versachlichen Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der industriellen Branchen, so z. B. im Automobilbau, der Informatik und Wirtschaftsinformatik, der Elektrotechnik und Medizintechnik und dem Maschinen- und Anlagenbau erforderlich.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	Inhalt	• Concepts and Success Factors of Holistic Production Systems • Production organization in the course of time • The Lean Production Principle (Toyota Production System) • The 7 Types of Waste (Muda) in Lean Production • Visual management as a control and management instrument • Demand smoothing as the basis for stable processes • Process synchronization as the basis for capacity utilization • Kanban for autonomous material control according to the pull principle • Empowerment and group work • Lean Automation - "Autonomation" • Fail-safe operation through Poka Yoke • Total Productive Maintenance • Value stream analysis and value stream design • Workplace optimization (lean manufacturing cells, U-Shape, Cardboard Engineering) • OEE analyses to increase the degree of utilization • Quick Setup (SMED) • Implementation and management of the continuous improvement process (CIP, Kaizen) • Overview of quality management systems (e.g. Six Sigma, TQM, EFQM, ISO9000/TS16949) and analysis tools for process analysis and improvement (DMAIC, Taguchi, Ishikawa) • administrative waste • Specific design of the TPS (e.g. for flexible small-batch production) and adapted implementation of selected international corporations	
6	Lernziele und Kompetenzen	After successfully attending the course, students should be able to • Understand the importance of holistic production systems; • Understand and evaluate Lean Principles in their context; • to evaluate, select and optimise the necessary methods and tools; • To be able to carry out simple projects for the optimisation of production and logistics on the basis of what has been learned in a team.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	

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

1	Modulbezeichnung 97250	Integrierte Produktentwicklung Integrated product development	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Integrierte Produktentwicklung (4 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jörg Miehl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartack
5	Inhalt	- Faktor Mensch in der Produktentwicklung I - Faktor Mensch in der Produktentwicklung II - Prozessmanagement und PLM - Systems Engineering - Projektmanagement - Entwicklungscontrolling - Bewerten und Entscheidungsfindung - Trendforschung & Szenariotechnik - Bionik - Risikomanagement - Wissensmanagement - Komplexitätsmanagement - Innovationsmanagement - Affective Engineering
6	Lernziele und Kompetenzen	<u>Fachkompetenz</u> Wissen 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: • Wissen über den zu verinnerlichenden Grundgedanken der IPE mit den vier Aspekten Mensch, Methodik, Technik und Organisation sowie deren Zusammenspiel • 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 • Wissen über Methoden die für die genannten Punkte eingesetzt werden können: Prozessmodellierung mittels Netzplantechnik, Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS), erweiterte ereignisgesteuerte Prozessketten (eEPK), Structured 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.

Evaluierten (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	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

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

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

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

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

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

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

		einfache leistungselektronische Wandler entwerfen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	[1] Franz Zach: Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-04898-3 [2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4 [3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8 [4] Ulrich Schlien: Schaltnetzteile und ihre Peripherie. Vieweg, ISBN 3-528-03935-3 [5] Albach M.: Induktivitäten in der Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-15080-8 [6] Tursky W., Reimann T., et al.: Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. Semikron, ISBN 978-3-938843-56-7 [7] Volke A., Hornkamp M.: IGBT Modules. Infineon, ISBN 978-3-00-040134-3 [8] Kenneth L. Kaiser: Electromagnetic Compatibility Handbook. CRC Press, ISBN 0-8493-2087-9 [9] Hofer K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, ISBN 3-8007-2067-1

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

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

		Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Begleitendes Vorlesungsskript

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	Inhalt	1. Motivation 2. Bauformen 3. Arten von elektrischen Linearmotoren 3.1 Gleichstrom-Linearmotor 3.2 Drehstrom-Linearmotor 4. Regelung 4.1 Stromregelung des Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss 4.2 U/f-Steuerung für Drehstrom-Linearmotoren mit konstantem Fluss 4.3 Stromregelung der Drehstrom-Linearmotoren 5. Vertikale Kräfte, Randeffekte 6. Positionsmessung (Lage)
6	Lernziele und Kompetenzen	*Ziel* Die Studierenden sind in der Lage ihre Kenntnisse und Berechnungsmethoden der drehenden Antriebe auf Linearantriebe zu übertragen (Aufbau der Maschine, Regelungstechnik). Darüber hinaus berechnen sie Randeffekte und vertikale Kräfte, die bei drehenden Maschinen nicht vorkommen. *Lernziele* *Bauformen:* Die Studierenden können die Bauformen von Linearmotoren in ihren wesentlichen Eigenschaften beschreiben (Kurzstator, Langstator, Einzelkamm-Stator, Doppelkamm-Stator, Solenoidmotor). *Arten von elektrischen Linearmotoren:* Die Studierenden können verschiedene Arten an Linearmotoren nennen und erklären (Gleichstrom- und Drehstrom-Linearmotoren). Sie erläutern das Funktionsprinzip der unterschiedlichen Motoren und berechnen die Vorschubkraftbildung. Ausgehend von Berechnungen der grundlegenden Kennzahlen konzipieren Sie einen Gleichstromlinearmotor. Die Studierenden erstellen Skizzen der Aufbaumöglichkeiten einer verteilten Zweischichtwicklung im Primärteil von Linearmotoren, leiten davon konstruktive Maßnahmen zur Unterdrückung von Oberwellen ab und skizzieren Querschnitte konkreter Umsetzungen. Sie erstellen Wicklungsschemata und Zonenfolgen verschiedener Linearmotoren. Die Studierenden beschreiben die Effekte und das Zustandekommen von Nutrakräften und Nutrastung. Sie geben die wesentlichen Eigenschaften (Verluste, Ersatzschaltbilder, Zeigerdiagramme, Aufbau, grundlegende Gleichungen, Kennlinien) von Asynchron- und Synchronlinearmotoren wieder. Sie berechnen Verluste und wesentliche Kennzahlen des stationären Betriebsverhaltens. Sie

		erstellen Diagramme und Blockschaltbilder, die wesentliche Aspekte des Betriebs der Linearmotoren betreffen. *Regelung elektrischer Linearmotoren:* Die Studierenden konzipieren die Stromregelung eines Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss. Für Drehstrom-Linearmotoren erstellen sie die U/f-Steuerung mit konstantem Fluss sowie die feldorientierten Regelung. Die Studierenden fertigen Blockschaltbilder der unterschiedlichen Regelungs- und Steuerungsarten der verschiedenen Maschinentypen an. Sie berechnen die jeweils benötigten Regelparameter. *Vertikale Kräfte und Randeffekte bei Linearmotoren:* Die Studierenden beschreiben die Entstehung vertikaler Kräfte und Randeffekte der Linearmotoren. Sie führen einfache Berechnungen hierzu durch und konzipieren Abhilfemaßnahmen. *Möglichkeiten der Positionsmessung:* Die Studierenden nennen verschiedene optische Positionsmesssysteme und beschreiben deren Funktionsweise. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Skript

1	Modulbezeichnung 94968	Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik (2 SWS) Übung: Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik - Übungen (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka Johannes Reinhard	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	Inhalt	Die Vorlesung vermittelt Grundbegriffe und Grundlagen zu Methoden des Maschinellen Lernens, die aktuell verstärkt in der Regelungstechnik Einzug halten. Die Anwendungen gehen hier von der einfachen Parameteridentifikationsaufgabe bis hin zu gänzlich auf Maschinellern basierenden Regelungsverfahren. Inhalte der Vorlesung: • Grundbegriffe des Maschinellen Lernens und von Zufallsprozessen • Iterativ lernende Regelung • Lineare Regression • Gaußprozess-Regression • Logistische Regression und Support Vector Machine • Neuronale Netze • Reinforcement Learning
6	Lernziele und Kompetenzen	Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden: • können die Grundbegriffe des maschinellen Lernens und von dafür eingesetzten Optimierungsverfahren sowie der Anwendung der Methoden in der Regelungstechnik erklären. • können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens voneinander abgrenzen und im Detail erläutern. • können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens in regelungstechnischen Anwendungen umsetzen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Grundkenntnisse der höheren Mathematik • Grundkenntnisse der Regelungstechnik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

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

1	Modulbezeichnung 45430	Maschinenakustik Machine acoustics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Maschinenakustik (0 SWS) Übung: Übung zu Maschinenakustik (0 SWS)	- -
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Becker	

4	Modulverantwortliche/r	apl.Prof.Dr. Stefan Becker
5	Inhalt	• Grundsätze der technischen Lärmbekämpfung • Größen, Grundbegriffe, Phänomene der technischen Akustik • Grundlagen des Luftschalls • Grundlagen des Körperschalls • Geräuscentstehung in Maschinen und Anlagen • Mechanische Geräuschquellen • Strömungsakustik • Strömungsakustische Multipole • Strahl- und Rotorlärm • Fluid-Struktur-Akustik Interaktion • Numerische Berechnungsverfahren • Grundprinzipien der Gestaltung lärmarmen Produkte und Anlagen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • kennen und anwenden die Grundlagen und die Theorie des strömungs- und strukturinduzierten Schalls • verstehen für die Industrie relevante Fragen der Lärmbekämpfung • erarbeiten Lösungen zur Lärminderung • können experimentelle und numerische Verfahren in der Behandlung der strömungs- und strukturinduzierten Schalls einsetzen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung) Modul: Technische Akustik (Empfehlung) Modul: Thermodynamik (Empfehlung)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 94540	Maschinenelemente II Machine Elements II	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Konstruktionsübung II (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Maschinenelemente II (4 SWS) Übung: Übungen zu Maschinenelemente II (2 SWS)	- - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Andreas Winkler Dr.-Ing. Marcel Bartz Benedict Rothhammer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartack
5	Inhalt	Elastische Verbindungen • Federn Elemente lagern • Elemente rotatorisch lagern Gleitlager, • Elemente rotatorisch lagern Gasgeschmierte Lager, Magnetlager, • Elemente linear lagern. Fluide führen Elemente dichten • Statische Dichtungen • Dynamische Dichtungen Bewegung anpassen • Antriebssysteme und Antriebsstränge • Getriebe • Stirnzahnräder und Stirnradgetriebe • Umlaufrädergetriebe • Kegelradgetriebe • Schneckengetriebe • Verlustleistung und Getriebewirkungsgrad • Gestaltung von Zahnrädern und Zahnradgetrieben • Hüllgetriebe • Kupplungen • Bremsen Grundlagen der Tribologie Grundlagen der mechatronischer Maschinenelemente
6	Lernziele und Kompetenzen	<u>Fachkompetenz</u> Wissen <i>ME II</i> Die Studierenden erwerben Wissen über • Federn, • die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der verschiedenen Gleitlagerbauarten, • Antriebssysteme, Antriebsstränge und Antriebskomponenten, • 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 Zahnrädern 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 Grübchentragfähigkeit 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 Verschleißtragfähigkeit 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 Profilverchiebung, 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 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.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

		Die Studierenden erlernen Verfahren und Methoden zur Einschätzung und Bewertung von Maschinenelementen, einschließlich der Befähigung, Berechnungsansätze und Gestaltungsgrundsätze auch auf andere Maschinenelemente, die nicht explizit im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelt wurden, zu übertragen. <u>Selbstkompetenz</u> <i>KÜ II</i> 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). <u>Sozialkompetenz</u> <i>KÜ II</i> Die Studierenden erarbeiten selbstständig die Ziele der Konstruktionsübung. In der gemeinsamen Diskussion geben Betreuende, Tutorinnen und Tutoren sowie Kommilitoninnen und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten) Praktikumsleistung
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) Praktikumsleistung (0%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 95673	Materialien der Elektronik und Energietechnik Materials in electronics and electrical engineering	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Materialien der Elektronik und der Energietechnologie (5.Sem.) (2 SWS) Vorlesung: Materialien der Elektronik und der Energietechnik (5. Sem.) (2 SWS)	2,5 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann
5	Inhalt	Materialien der Elektronik und Energietechnik und Anwendungen: Metalle, Dielektrika (einschl. Piezo-, Ferro- und Thermo-Elektrika), Halbleiter (anorganisch und organisch), magnetische Materialien und Supraleiter Experimentelle Arbeiten in den Bereichen Eigenschaften und Technologien der Materialien der Elektronik und Energietechnik
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Materialeigenschaften und deren Anwendung. Kennenlernen experimenteller Techniken in den Werkstoffwissenschaften, Verfassen von technischen Berichten, Teamarbeit
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Module B2 und B7 bestanden
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung Klausur Die Vorlesung wird im Format " Flipped Classroom " durchgeführt (synchrone Lerneinheiten im Hörsaal & asynchrone Lerneinheiten über Studon: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_359194) Die (Teil-)Prüfung findet als elektronische Klausur (maximale Punktzahl = 300) statt. Die elektronische Klausur enthält teilweise Multiple Choice Fragen. Es gilt: Jede Antwortmöglichkeit wird bei richtiger Beantwortung mit der zugewiesenen Punktzahl bewertet; falsche Beantwortung geht innerhalb der Frage mit negativen Punkten ein. Es werden alle Punkte der Antwortmöglichkeiten addiert. Es gibt keine Negativpunkte für falsch markierte Aufgaben. Für die Klausur können im Rahmen des Flipped-Classroom Konzeptes 30 Bonuspunkte für die Abschlussklausur erworben werden indem parallel zur Vorlesung das zugehörige eTutorium an der Virtuellen Hochschule Bayern bearbeitet wird.

		eTutorium (Kurs der Virtuellen Hochschule Bayern) https://kurse.vhb.org/VHBPORTAL/kursprogramm/kursprogramm.jsp --> WS xx/xx --> Ingenieurwissenschaften --> Elektrotechnik/Elektronik und Informationstechnik --> Werkstoffkunde für die Elektrotechnik (bitte die Studiengang-Auswahl beachten !)
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (0%) Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Peter Wellmann, Materialien der Elektronik und Energietechnik - Halbleiter, Graphen, Funktionale Materialien, Springer Vieweg 2017, ISBN 978-3-658-14005-2

1	Modulbezeichnung 92347	Mechatronic components and systems (MCS) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronic components and systems (2 SWS) Übung: Mechatronic components and systems (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	System thinking and integration - Interactions of hardware and software - Engineering design methods Mechanical components - Energy conductors and transformers - Control elements and energy storages Actuators - Electrodynamical and electromagnetic actuators - Fluid actuators and unconventional actuators • Sensors for measuring mechanical quantities • Control and information processing
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to: • Holistically understand mechatronic systems and optimize them using methods of system integration, control, and information processing. • Grundlegende mechanische Komponenten unterscheiden, charakterisieren, modellieren und im Rahmen des Systementwurfs auswählen und dimensionieren. • Distinguish, characterize, model, and select basic mechanical components to dimension them in terms of system design. • Describe electrodynamic, electromagnetic, fluid power, and unconventional actuators phenomenologically and mathematically to dimension them considering the overall system. • Describe sensors for measuring mechanical quantities phenomenologically and mathematically and dimension them taking into account the overall system.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker. • Isermann, R. (2007). Mechatronische Systeme: Grundlagen. Springer. • Janocha, H. (Ed.). (2013). Aktoren: Grundlagen und Anwendungen. Springer

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm
5	Inhalt	Aktuelle Innovationsthemen der Mechatronik am Beispiel Werkzeugmaschine: • Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services • Integrierte, softwarebasierte Sicherheitstechnik • Simulationswerkzeuge zur Optimierung von Entwicklung und Einsatz von Werkzeugmaschinen Mechatronische Systeme im allgemeinen Maschinenbau: Übertragung der Konzepte d. Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen • Druckmaschinen als Beispiel modularer Maschinenkonzepte • Kunststoffmaschinen als Beispiel für kombinierte Bewegungs- und Prozessführung • Mechatronische Systeme in der medizinischen Bildgebung (Exkursion)
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • elektronische Sicherheitstechnik in mechatronischen Systemen darzustellen und zu erläutern. • mechatronische Systemoptimierung für NC-gesteuerte Werkzeugmaschinen durch steuerungs-basierte Kompensation durchzuführen. • mechatronische Systemoptimierung durch Simulation durchzuführen. • Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services zu erklären. • eine mechatronische Analyse unterschiedlicher Maschinen durchzuführen. • Anforderungen von mechatronischen Systemen zu bestimmen und sie zu entwickeln.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)

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

1	Modulbezeichnung 97270	Mehrkörperdynamik Multibody dynamics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Mehrkörperdynamik (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Mehrkörperdynamik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Theresa Wenger Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	
5	Inhalt	• Kinematik für Systeme gekoppelter starrer Körper • Dreidimensionale Rotationen • Newton-Euler-Gleichungen des starren Körpers • Bewegungsgleichungen für Systeme gekoppelter Punktmassen/starrer Körper • Parametrisierung in generalisierten Koordinaten und in redundanten Koordinaten • Untermannigfaltigkeiten, Tangential- und Normalraum • Nichtinertialkräfte • Holonome und nicht-holonome Bindungen • Bestimmung der Reaktionsgrößen in Gelenken • Indexproblematik bei numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Bewegungsgleichungen mit Bindungen • Steuerung in Gelenken • Topologie von Mehrkörpersystemen	
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden: • kennen das innere, äußere und dyadische Produkt von Vektoren. • kennen die einfache und zweifache Kontraktion von Tensoren. • kennen den Satz von Euler für die Fixpunktdrehung. • kennen mehrere Möglichkeiten, dreidimensionale Rotationen zu parametrisieren (etwa Euler-Winkel, Cardan-Winkel oder Euler-Rodrigues-Parameter). • kennen die Problematik mit Singularitäten bei Verwendung dreier Parameter. • kennen die $SO(3)$ und $so(3)$. • kennen den Zusammenhang zwischen Matrixexponentialfunktion und Drehzeiger. • kennen die Begriffe Untermannigfaltigkeit, Tangential- und Normalraum. • kennen die Begriffe Impuls und Drall eines starren Körpers. • kennen den Aufbau der darstellenden Matrix des Trägheitstensors eines starren Körpers. • kennen den Satz von Huygens-Steiner. • kennen die Begriffe holonom-skleronome und holonom-rheonome Bindungen. • 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.

Analysieren

Die Studierenden:

		• können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) eigenständig durch Integration bestimmen. • können die Auswirkungen der Zentrifugalmomente eines starren Körpers bei der Auslegung von Maschinen qualitativ und quantitativ beurteilen. Erschaffen Die Studierenden: • können Mehrkörpermodelle realer Maschinen mit starren Körpern, Krafterelementen und Gelenken selbstständig aufbauen. • können deren Dynamik durch numerische Simulation analysieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Dynamik starrer Körper
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Schiehlen, Eberhard: Technische Dynamik. Teubner, 2004 • Woernle: Mehrkörpersysteme. Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper. Springer, 2011

1	Modulbezeichnung 97160	Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren Methodical and computer-aided design	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (3 SWS) Übung: Übungen zu Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (1 SWS)	- -
3	Lehrende	Harald Völkl Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartack	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartack	
5	Inhalt	I. Der Konstruktionsbereich • Stellung im Unternehmen • Berufsbild des Konstrukteurs/Produktentwicklers • Engpass Konstruktion • Möglichkeiten der Rationalisierung II. Konstruktionsmethodik • Grundlagen • Allgemein einsetzbare Lösungs- und Beurteilungsmethoden - Werkzeuge • Vorgehensweise im Konstruktionsprozess • Entwickeln von Baureihen- und Baukastensystemen III. Rechnerunterstützung in der Konstruktion • Grundlagen des Rechnereinsatzes in der Konstruktion • Durchgängiger Rechnereinsatz im Konstruktionsprozess • Datenaustausch • Konstruktionssystem [mfk] • Einführung von CAD-Systemen und Systemwechsel • Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen IV. Neue Denk- und Organisationsformen • Integrierte Produktentwicklung	
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen 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: • Wissen über intuitive sowie diskursive Kreativitätstechniken: Brainstorming, Methode 6-3-5, Delphi-Methode oder Konstruktionskataloge • Wissen über Entwicklungsmethoden: Reverse Engineering, Patentrecherche, Bionik, Innovationsmethoden (z. B. TRIZ) • Wissen über methodische Bewertungsmethoden: Technisch-Wirtschaftliche Bewertung, Nutzwertanalyse, Wertanalyse	

- Wissen über Vorgehensmodelle: z. B.: Vorgehen nach Pahl/Beitz, VDI 2221, VDI 2206
- 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 können 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 innovativer Produkte zu nutzen. Darüber hinaus werden spezielle Innovationsmethoden gelehrt, die die Entwicklung neuartiger Produkt unterstützen. <u>Lern- bzw. Methodenkompetenz</u> 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. <u>Selbstkompetenz</u> 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. <u>Sozialkompetenz</u> 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	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Pahl/Beitz: *Konstruktionslehre*, Springer Verlag, Berlin.

1	Modulbezeichnung 380151	MIDFLEX - Molded Interconnect Devices und flexible Schaltungsträger no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: MIDFLEX - Molded Interconnect Devices und flexible Schaltungsträger (vhb) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Alexander Hensel	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	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. Themengebiete: • Einführung: Alternative Substratmaterialien und Innovationstreiber • Alternative Verbindungstechnologie: Einpressen • MID-Herstellungsverfahren • Aufbau- und Verbindungstechnik für thermoplastische Schaltungsträger • Leitleben in der Elektronikproduktion • Hochtemperaturthermoplaste: HT MID • MID-CAD • Lösbare Verbindungen und Kontaktierungen • Flip Chip auf MID und flexiblen Schaltungsträgern • Qualitätssicherung für MID- und Flex-Baugruppen • Reel-to-Reel
6	Lernziele und Kompetenzen	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. Dazu gehört der Erwerb von Kompetenzen in den oben dargestellten Themengebieten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel

11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Vorlesungsskriptum auf www.studon.uni-erlangen.de

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Moor
5	Inhalt	• Gewöhnliche Differentialgleichungen als mathematisches Modell technischer Prozesse • Zustandsraumdarstellung, Linearisierung, Übertragungsfunktionen • Regelungstechnische Modelle mechanischer Systeme • Regelungstechnische Modelle chemischer Prozesse • Numerische Verfahren zur Simulation
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erläutern grundlegende Vorgehensweisen und Techniken der Modellbildung, • entwickeln umfassende regelungstechnische Modelle für einfache technische Prozesse, • entwickeln Modelle komplexer mechanischer Systeme, • erläutern etablierte Modelle ausgewählter chemischer Prozesse, • diskutieren die vorgestellten Verfahren zur Simulation mit geeigneten Mitteln der Mathematik.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

16	Literaturhinweise	Woods, R.L., Lawrence, K.L.: Modeling and Simulation of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1997

1	Modulbezeichnung 92529	Nonlinear Control Systems no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Nonlinear Control Systems - Exercises (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Nonlinear Control Systems (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Daniel Landgraf Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	Inhalt	Many control problems are nonlinear by nature. Classical control methods are based on linear approximations or a linearization of these systems in the neighborhood of setpoints to be controlled. In contrast to linear control theory, this module focuses on advanced nonlinear methods for the analysis and control of nonlinear systems by exploiting structural properties. In summary, the course covers the following topics: • Examples of nonlinear physical systems and nonlinear phenomena • Introduction to computer algebra software • Analysis of nonlinear systems • Stability of nonlinear systems (Lyapunov stability) • Lyapunov-based control design (Backstepping) • Reachability/controllability and observability of nonlinear systems • Exact linearization via feedback • Differential flatness of nonlinear systems • Flatness-based feedforward and feedback control of nonlinear systems
6	Lernziele und Kompetenzen	After successful completion of the module, students will be able to • describe and analyze nonlinear systems • determine the input/output behavior of nonlinear systems • design nonlinear state feedback controllers via exact input-output and input-state linearization • apply the concept of differential flatness for the feedforward feedback control of nonlinear systems • use computer algebra software for the analysis and control design of nonlinear systems
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Basic knowledge of advanced mathematics Linear control theory (state space methods), e.g. "Regelungstechnik B"
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)

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

1	Modulbezeichnung 92528	Numerical Optimization and Model Predictive Control no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control - Exercises (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Paulina Spenger Dr.-Ing. Andreas Völz Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

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

		Basic knowledge of dynamical systems in time domain description (e.g. Regelungstechnik B)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	S. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004 J. Nocedal, S.J. Wright. Numerical Optimization. New York: Springer, 2006 M. Papageorgiou, M. Leibold, M. Buss. Optimierung. Berlin: Springer, 2012 C.T. Kelley. Iterative Methods for Optimization. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 1999 D.P. Bertsekas. Nonlinear Programming. Belmont. Athena Scientific, 1999 E. Camacho, C. Alba. Model Predictive Control. 2. Auflage, Springer, 2004 L. Grüne, J. Pannek. Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Algorithms, Springer, 2011

1	Modulbezeichnung 97122	Produktionsprozesse in der Elektronik Production processes in electronics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Produktionsprozesse in der Elektronik (2 SWS) Übung: Übung zu Produktionsprozesse in der Elektronik (2 SWS)	- 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	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	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • lernen die wesentlichen Prozessschritte zur Herstellung elektronischer Baugruppen (von der Leiterplatte bis zum fertigen Produkt) intensiv kennen. • können mit diesem Wissen Konzepte für effiziente Fertigungsketten der Elektronikproduktion unter Berücksichtigung technologischer sowie produktionstechnischer Aspekte ableiten. • 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.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Gleichnamiges Vorlesungsskript • Franke, Jörg (2013): Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID). Werkstoffe, Herstellung, Montage und Anwendungen für spritzgegossene Schaltungsträger. München: Hanser. Online verfügbar unter http://www.hanser-elibrary.com/action/showBook?doi=10.3139/9783446437784. • Härter, Stefan (2020): Qualifizierung des Montageprozesses hochminiaturisierter elektronischer Bauelemente. FAU University Press. • Kästle, Christopher (2019): Qualifizierung der Kupfer-Drahtbondtechnologie für integrierte Leistungsmodule in harschen Umgebungsbedingungen. Doctoralthesis. FAU University Press. Online verfügbar unter https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/docId/10812. • Kuhn, Thomas (2020): Qualität und Zuverlässigkeit laserdirektstrukturierter mechatronisch integrierter Baugruppen (LDS-MID). FAU University Press.

1	Modulbezeichnung 97101	Produktionssystematik Production systems	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Produktionssystematik (2 SWS) Vorlesung: Produktionssystematik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl Eva Russwurm Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Das Modul Produktionssystematik thematisiert die gesamte Bandbreite der technischen Betriebsführung von der Planung, Organisation und technischen Auftragsabwicklung bis hin zu Fragen des Management und der Personalführung, Entlohnung sowie Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung. Im Rahmen dieses Moduls findet eine Vorlesung und eine Übung statt.
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach einem Besuch der Vorlesung Produktionssystematik sollen die Studierenden in der Lage sein: • Ziele, Strategien, Vision und Mission der Unternehmen beurteilen zu können; • sich in der Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmen zurecht zu finden; • die Inhalte der wesentlichen Kernprozesse produzierender Unternehmen zu kennen; • die technische und administrative Auftragsabwicklung nachzuvollziehen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97248	Prozess- und Temperaturmesstechnik Process and temperature metrology	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Prozess- und Temperaturmesstechnik (2 SWS) Übung: Prozess- und Temperaturmesstechnik - Übung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

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

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

		- Die Studierenden können Messergebnissen und der zugrundeliegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren. - Die Studierenden verstehen die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen. Anwenden - Die Studierenden können Messaufgaben in den genannten Bereichen analysieren und beurteilen. - Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik bewerten. - Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik eigenständig auswählen. Analysieren - Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben übertragen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Der Besuch der Grundlagen-Vorlesungen [Grundlagen der Messtechnik] (GMT) wird empfohlen.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	- Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5 - Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 ISBN 3-540-62672-7 - Freudenberger, Adalbert: Prozeßmeßtechnik. Vogel Buchverlag, 2000 ISBN 978-3802317538 - Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3

	• DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010

Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik

- [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0

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

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

		der Datenblätter dieser Bauelemente zu entnehmen, um damit den Leistungskreis zu konzipieren. Theorie selbstgeführter Stromrichter: Die Studierenden erläutern die grundsätzliche Funktionsweise eines Pulswechselrichters und die verschiedenen Verfahren zur Ansteuerung, wie Grundfrequenzsteuerung, Sinus-Dreieck-Modulation und Raumzeigermodulation. Sie berechnen Pulsmuster für die verschiedenen Verfahren und zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte. Sie leiten daraus die Belastung der Bauelemente ab und berücksichtigen dies bei der Konzeption des Leistungskreises. Gleichstromsteller: Die Studierenden erläutern Aufbau und Funktionsweise von Gleichstromstellern. Sie zeichnen die Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Sie berechnen die Verluste, welche in den Leistungshalbleitern entstehen und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung. Dreiphasige Pulsumrichter: Die Studierenden benennen die Vorteile und Einsatzbereiche verschiedener Einspeisestromrichter. Sie berechnen die Belastung der Zwischenkreiskondensatoren und die Verluste in den Leistungshalbleitern und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung. Unerwünschte Effekte: Die Studierenden nennen unerwünschte Effekte, welche durch den Einsatz eines Pulswechselrichters am Motor entstehen und beschreiben mögliche Abhilfemaßnahmen, die sie in ihrer Konzeption berücksichtigen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Leistungselektronische Grundkenntnisse
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	- Felix Jenni, Dieter Wüest: "Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter" - Semikron Applikationshandbuch

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	*Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung [QM I]* • Einführung und Begriffe • Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements • Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements • Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD) • Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA) • Versuchsmethodik • Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten • Zuverlässigkeitstechniken • Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung • Grundwerkzeuge des QM (Einsendeaufgabe) • QFD und FMEA (Einsendeaufgabe) • Versuchsmethodik (Einsendeaufgabe) • SPC (Einsendeaufgabe) *Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement [QM II]* • Qualitätsmanagementsystem - Auditierung und Zertifizierung • Total Quality Management und EFQM-Modell • Ausbildung und Motivation • Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking • Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel • Qualitätsbewertung • Qualität und Wirtschaftlichkeit • Six Sigma • Qualitätsmanagement bei Medizinprodukten • Qualitätsbewertung (Übung) • Qualitätsbezogene und Wirtschaftlichkeit (Übung)
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach dem Besuch des Moduls sind die Teilnehmenden in der Lage, Wissen: • ◦ die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen ◦ die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben ◦ Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen

		◦ Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen ◦ die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen ◦ Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben ◦ Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen ◦ die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren ◦ die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen ◦ mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren ◦ statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren ◦ Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln ◦ statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen ◦ die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A - Z, Carl Hanser Verlag, München 2011

	• Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Masing Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, München 2021

1	Modulbezeichnung 97325	Qualitymanagement 2	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Qualitymanagement 2 (SWS)	-
3	Lehrende		

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	Quality management system - auditing and certification • Total Quality Management and EFQM Model • Training and motivation • Continuous improvement programs and benchmarking • Problem solving techniques and quality circles • Quality assessment • Quality and Cost-Effectiveness • Six Sigma • Quality management for medical devices • Quality Assessment • Quality-Related Costs and Cost-Effectiveness
6	Lernziele und Kompetenzen	Knowledge: • Reflect motivation, objectives, principles and strategies of process-oriented quality management. Understand: • Illustrate knowledge of quality management as a cross-company and cross-product lifecycle strategy. • Illustrate requirements, structure, implementation, and auditing and certification of quality management systems Apply: • Execute business excellence using Total Quality Management (TQM), business assessment models such as EFQM, and continuous improvement processes in the enterprise. • Demonstrate the cost effectiveness of quality improvement activities • Describe the Six Sigma methodology and relate it to the quality improvement context Analyze: • Identify bases for action with respect to training, motivation, and organizational improvement Evaluate: • Evaluate quality using established procedures.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Language of the examination is english

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	*Grundlagen:* Grundbegriffe (Größe, Größenwert, Messgröße, Maßeinheit, Messprinzip, Messung, Messkette, Messsignal, Informationsparameter, analoges und digitales Signal) Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethode, Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Zeit- und Wertdiskretisierung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich Signal, Messsignal, Klassifizierung von Signalen (Informationsparameter) Signalbeschreibung, Fourierreihen und Fouriertransformation Fourieranalyse DFT und FFT (praktische Realisierung) Aliasing und Shannon's-Abtasttheorem Übertragungsverhalten (Antwortfunktionen, Frequenzgang, Übertragungsfunktion) Laplace-Transformation, Digitalisierungskette, Z-Transformation und Wavelet-Transformation *Verarbeitung und Übertragung analoger Signale:* Messverstärker, Operationsverstärker (idealer und realer, Rückkopplung) Kenngrößen von Operationsverstärkern Frequenzabhängige Verstärkung von Operationsverstärkern Operationsverstärkertypen Rückkopplung und 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 Demodulatoren Multiplexer und Demultiplexer Abtast-Halte-Glied *A/D- und D/A-Umsetzer:* Digitale und analoge Signale Digitalisierungskette A/D-Umsetzer (Nachlauf ADU, Wägeverfahren, Rampen-A/D-Umsetzer, Dual Slope-Verfahren, Charge-Balancing-A/D-Umsetzverfahren, Parallel-A/D-Umsetzer, Kaskaden-A/D-Umsetzverfahren, Pipeline-A/D-Umsetzer, Delta-Sigma-A/D-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer, Einsatzbereiche, Kennwerte, Abweichungen, Signal-Rausch-Verhältnis) Digital-Analog-Umsetzungskette D/A-Umsetzer (Direkt bzw. Parallelumsetzer, Wägeumsetzer, Zählverfahren, Pulsweitenmodulation, Delta-Sigma-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer) *Verarbeitung digitaler Signale:* digitale Codes Schaltnetze (Kombinatorische Schaltungslogik) Schaltalgebra und logische Grundverknüpfungen Schaltwerke (Sequentielle Schaltnetze)

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

realization) Aliasing and Shannon's sampling theorem Transfer behaviour (response functions, frequency response, transfer function) Laplace transform, digitisation chain, Z-transform and wavelet transform

Processing and transmission of analogue signals: Measuring amplifiers, operational amplifiers (ideal and real, feedback) Characteristics of operational amplifiers Frequency-dependent gain of operational amplifiers Operational amplifier types Feedback and basic circuits (comparator, inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, current-voltage converter, differential amplifier, integrator, differentiator, inverting adder, subtractor, logarithmic, exponential function generators, instrumentation amplifier) OPV with differential output Analogue filter (low pass filter, high pass filter, band pass filter, band elimination filter, Bodeplot, phase shifting, active analogue filters) Measurement signal transmission (standard signals, connection variants) Voltage-frequency converters Galvanic isolation and optical transmission modulators and demodulators multiplexers and demultiplexers sample-and-hold amplifier

A/D and D/A converter: Digital and analogue signals Digitisation chain A/D converter (follow-up ADC, weighing method, ramp A/D converter, dual slope method, charge-balancing ADC, parallel ADC, cascade ADC, pipeline A/D converter, the delta-sigma A/D converter / 1-bit to N-bit converter, application, characteristics, deviations, signal-to-noise ratio) Digital-to-analogue conversion chain D/A converter (direct or parallel converters, weighing method, counting method, pulse width modulation, delta-sigma converter / 1-bit to N-bit converter)

Digital signal processing: Digital codes Switching networks (combinatorial circuit logic) Boolean algebra and basic logic operations Sequential circuit (sequential switching networks) Storage elements (flip-flops, sequential basic circuits), semiconductor memory (static and dynamic, FIFO) Application Specific Integrated Circuits (ASICs) The programmable logic device (PLD, programmability, benefits, applications, programming) computer types

Data bus systems: Bus systems (master, slave, arbiter, routing, repeater) Arbitration Topologies (physical and logical topology, characteristics, point-to-point topology, mesh network, star topology, ring topology, bus topology, tree topology, cell topology) Transmission media (multi-wire cable, coaxial cable, fibre optic cable) ISO OSI reference model Physical interface standards (RS-232C, RS-422, RS-485) Fieldbus systems, GPIB (IEC-625 bus) , Measuring device buses

USB Universal Serial Bus: Bus structure Connection of the devices, transceiver, speed detection, signal coding Transfer types (control transfer, bulk transfer, isochronous transfer, interrupt transfer, data transfer with packages) Frames and micro-frames, speeds, speed conversion with hubs Descriptors and software Layer development tools Compliance test USB 3.0

Digital filters: Analogue filter Properties and characterization of digital filters Digital Filter (implementation, topologies, IIR filters and FIR filters) and forms Measurement value decimator, digital averaging filter,

		Gaussian filter Window functions, Gibbs phenomenon Realisation with MATLAB Advantages and disadvantages of digital filters *Data analysis:* Absolute, relative, random and systematic errors, handling of measurement errors, calibration Correlation analysis Characteristic curve deviations and methods for their determination Regression analysis Characteristic curve correction Approximation, interpolation, extrapolation Kinds of characteristic curve correction Measurement precision, measurement accuracy, measurement trueness, error propagation law (old concept), uncertainty and their estimation Procedure for determining the uncertainty, Monte Carlo method *Circuit and PCB design:* Printed circuit boards (PCB) PCB material PCB types Vias PCB design and deconcentration Software PCB production
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen - Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben. - Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen Verstehen Die Studierenden können Konzepte zur Sensorintegration und Datenfusion beschreiben Evaluieren (Beurteilen) - Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

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

1	Modulbezeichnung 43680	Regelung nichtlinearer Systeme	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Nonlinear Control Systems - Exercises (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Nonlinear Control Systems (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Daniel Landgraf Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	Inhalt	Many control problems are nonlinear by nature. Classical control methods are based on linear approximations or a linearization of these systems in the neighborhood of setpoints to be controlled. In contrast to linear control theory, this module focuses on advanced nonlinear methods for the analysis and control of nonlinear systems by exploiting structural properties. In summary, the course covers the following topics: • Examples of nonlinear physical systems and nonlinear phenomena • Introduction to computer algebra software • Analysis of nonlinear systems • Stability of nonlinear systems (Lyapunov stability) • Lyapunov-based control design (Backstepping) • Reachability/controllability and observability of nonlinear systems • Exact linearization via feedback • Differential flatness of nonlinear systems • Flatness-based feedforward and feedback control of nonlinear systems
6	Lernziele und Kompetenzen	After successful completion of the module, students will be able to • describe and analyze nonlinear systems • determine the input/output behavior of nonlinear systems • design nonlinear state feedback controllers via exact input-output and input-state linearization • apply the concept of differential flatness for the feedforward feedback control of nonlinear systems • use computer algebra software for the analysis and control design of nonlinear systems
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Basic knowledge of advanced mathematics Linear control theory (state space methods), e.g. "Regelungstechnik B
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich

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

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

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

		Frequenzbereichsmethoden der Regelungstechnik selbständig erschließen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Systemtheorie linearer zeitkontinuierlicher Systeme (inkl. Laplace-Transformation)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, 12. Auflage, VDE-Verlag, 2016 • M. Horn, N. Dourdoumas. Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004 • W. Leonhard. Einführung in die Regelungstechnik, 4. Auflage, Vieweg, 1987 • J. Lunze. Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 12. Auflage, Springer, 2020 • R. Unbehauen. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, 2002 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1 und 2, Springer, 1995

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

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

		• beobachterbasierte Zustandsregelungen durch Eigenwertvorgabe entwerfen. • die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987 • O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994 • H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004 • T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995 • D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979 • J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020 • L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974 • W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

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

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

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	Inhalt	• Halbleiterbauelemente: Diode, Bipolartransistor, MOSFET • Transistor-Grundsaltungen: Arbeitspunkte, Großsignal-, Kleinsignalverhalten • Verstärker: Stromquellen, Differenzverstärker, Impedanzwandler • Operationsverstärker, innerer Aufbau, Modelle, Anwendungen • Digital-Analog-/Analog-Digital-Umsetzer: Grundsaltungen, Modelle, Anwendungen
6	Lernziele und Kompetenzen	• 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. • Die Studierenden können komplexe Schaltungen durch eine Zerlegung in grundlegende Funktionsblöcke analysieren und diese in ihrer Funktion beurteilen. • Die Studierenden verstehen die Entwicklungsmethodik beim Entwurf von grundlegenden Halbleiterschaltungen und können diese dimensionieren. • Die Studierenden können eine einfache, abstrakte Funktionsbeschreibung in grundlegende Halbleiterschaltungen abbilden und diese zur Erfüllung der abstrakten Funktion auslegen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

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

1	Modulbezeichnung 92346	Seminar Autonomous Systems and Mechatronics no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Autonomous Systems and Mechatronics (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev Anany Dwivedi	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	In the seminar, students will analyze, present. and discuss recent research topics in autonomous systems and mechatronics. This will comprise mechatronic component, system, and control design as well as advanced methods aiming at autonomous operation. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of autonomous system and mechatronics. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 47667	Seminar Human-Robot Interaction no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Mensch-Roboter-Interaktion (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Adna Bliek Anany Dwivedi	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	In the seminar, students will analyze, present, and discuss recent research topics in human-robot-interaction. This will comprise aspects of cognitive and physical human-robot interaction and related topics of human and engineering sciences. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of human-robot interaction. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Selected research articles.

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	• Einführung in die Sensorik • Wandlerprinzipien • Sensor-Parameter • Sensor-Technologien • Messung mechanischer Größen • Chemo- und Biosensoren
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • geben die Grundbegriffe und -strukturen der Sensorik und Aktorik wieder • klassifizieren Sensoren anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte • beschreiben, skizzieren und vergleichen die behandelten Wandlerprinzipien und Technologien zur Herstellung von Sensoren • kennen die behandelten Sensor-Parameter und beurteilen Sensoren anhand dieser • beschreiben und charakterisieren die behandelten Sensoren zur Messung mechanischer Größen • analysieren Elemente der Sensor- und Aktortechnik sowie Schaltungen zur Weiterverarbeitung und Auswertung von Messgrößen • zeigen mögliche Fehlerquellen der Sensorik auf und arbeiten Strategien zur Minimierung der Fehler aus
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)

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

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

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

		beliebige Konverter mit Hilfe der zeitdiskreten Modellierung im Zustandsraum zu analysieren, Anwendungsbeispiele für den Einsatz von Netzwerkanalyseprogramme (z.B. SPICE) im Bereich der Schaltnetzteilentwicklung zu benennen, Gültigkeit, Genauigkeit und Anwendbarkeit von Herstellermodellen kritisch zu hinterfragen, Aufwand, Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Simulationsmethoden im Bereich der Schaltnetzteiltechnologie zu bewerten, Sinn und Zweck der verschiedenen Kleinsignalübertragungsfunktionen zu beschreiben, den Begriff Kleinsignal im Zusammenhang mit Übertragungsfunktionen zu definieren und für konkrete Simulationen die Einhaltung der Kleinsignalbedingung zu überprüfen, Kleinsignalübertragungsfunktionen durch geeignete, dem jeweiligen Modell angepasste Simulationen (Zeit-/Frequenzbereich) zu bestimmen, Kleinsignalübertragungsfunktionen mittels der Methode der Mittelung im Zustandsraum für den kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb bestimmen, eine Möglichkeit zur messtechnischen Bestimmung Kleinsignalübertragungsfunktionen leistungselektronischer Konverter sowie die dafür benötigten Adapter und deren Anforderungen zu diskutieren, die verschiedenen Möglichkeiten Konverter zu regeln sowie deren Vor- und Nachteile zu bewerten, Vorteile einer unterlagerten Stromregelung zu erläutern sowie die Ursachen möglicher Instabilitäten und deren Vermeidung zu erklären, notwendige Kennwerte für den eigenständigen Vergleich einer Vielfalt möglicher, auch bis dato dem Studierenden unbekannter Topologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen auszuarbeiten und so neue leistungselektronische Systeme basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen zu gestalten, die erlernten Methoden für die Optimierung getakteter Stromversorgungen anzuwenden, die Ergebnisse der Optimierung im Hinblick auf die aufgestellten Kriterien zu gewichten und den geeigneten Kandidaten auszuwählen, die notwendigen Simulationen entlang des gesamten Entwicklungsprozesses leistungselektronischer Systeme zu konzipieren, neue leistungselektronische Systeme zu entwickeln und somit die Herstellung neuer Produkte mit zu gestalten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul Leistungselektronik Modul Schaltnetzteile
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich

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

1	Modulbezeichnung 94531	Softwareentwicklung für Ingenieure no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Softwareentwicklung für Ingenieure (vhb) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Simon Dengler Jochen Bauer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Die virtuelle Vorlesung "Softwareentwicklung für Ingenieure" vermittelt grundlegende Kompetenzen der Java-Programmierung: • Java-Bestandteile, Operatoren, Schleifen, Kontrollstrukturen • Java-AOIs • Methodenkapselung • Objektorientierung, Klassendesign • Best Practices, Entwurfsmuster • Mengen, Listen, Generics • Exceptions, Assertions • Nebenläufigkeit • Dateioperationen • Datenbankinteraktion Darüber hinaus werden die erlangten Kenntnisse in zwei Softwareprojekten zum Einsatz gebracht. Zum einen in einem Beispielprojekt zu Sensor- und Aktorzugriff, zum anderen in einem vom Studierenden selbst wählbaren Open-Source-Projekt (wie bspw. OpenHab), zu welchem Code beigetragen werden soll. Die Projekte vermitteln den Studierenden alle notwendigen Kompetenzen zur eigenständigen Umsetzung eines Softwareprojekts. Dies beinhaltet die Methodenkompetenz aus objektorientierter Analyse, dem zugehörigen Entwurf und der folgenden Implementierung. Als Programmierumgebung findet Android Studio Anwendung und als Programmiersprache wird Java eingesetzt.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: • erwerben grundlegende Java-Kenntnisse • lernen eigenständig objektorientierte Problemstellungen als Softwaresystem umsetzen zu können • sammeln Projekt-Erfahrung im Entwicklungsteam • lernen den Umgang mit aktuellen IDEs und Tools (Git, Jenkins, JUnit, Android-Studio)
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kompetenzen der Programmierung auf dem Level der Vorlesung "Grundlagen der Informatik".
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

1	Modulbezeichnung 97012	Strömungsmechanik I Fluid mechanics I	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Strömungsmechanik I (2 SWS) Übung: Strömungsmechanik I - Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Wierschem	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Wierschem
5	Inhalt	• Charakterisierung von Fluiden • Kontinuumsannahme • Strömungskinetik: materielle und Feldbeschreibung, Bahn- und Stromlinien, materielle Zeitableitung, Relativbewegung, Reynoldssches Transporttheorem • Bilanzgleichungen: Massenbilanz, Navier-Stokes-Gleichung, integral und differentiell • Hydrostatik: Auftrieb, Druck auf Wände, kapillarer Druck, gleichmäßig beschleunigte Systeme • Grundlagen der Ähnlichkeitstheorie: Dimensionslose Kennzahlen, Grenzfälle der Navier-Stokes-Gleichung • Bernoulli-Gleichung: stationär und instationär, mit Druckverlusten und Energieaustausch. Die Studierenden werden angeleitet, mit dem erhaltenen Wissen strömungsmechanische Problemstellungen zu bewerten, Lösungswege zu erarbeiten und mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anzuwenden.
6	Lernziele und Kompetenzen	Das Modul bietet eine systematische Einführung in die Strömungsmechanik. Die Studierenden: • können die Bedeutung der Strömungsmechanik sowohl im Alltag als auch bei industriellen Prozessen nachvollziehen • verfügen über einen Überblick über verschiedene Regime der Strömungsmechanik und verstehen ihren Anwendungsbereich • können die erworbenen Grundkenntnisse mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen anhand von Beispielen in der Übung praktisch anwenden • sind fähig, strömungsmechanische Problemstellungen zu bewerten und Lösungswege anzuwenden.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)

12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• J. H. Spurk, N. Aksel: [Strömungslehre: Einführung in die Theorie der Strömungen], 8. Auflage, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2010 • F. Durst: [Grundlagen der Strömungsmechanik - Eine Einführung in die Theorie der Strömungen in Fluiden], Springer, 2006 • H. Kuhlmann: [Strömungsmechanik], Pearson, 2007 • P. K. Kundu: [Fluid Mechanics], 5th Ed., Academic Press, 2012 • F. M. White: [Fluid Mechanics], 7th Rev. Ed., McGraw Hill, 2011 • F. A. Morrison: [An Introduction to Fluid Mechanics], Cambridge University Press, 2013 • L. Böswirth: [Technische Strömungslehre], 9. Auflage, Vieweg & Teubner, 2011 • W. Kümmel: [Technische Strömungsmechanik - Theorie und Praxis], 3. Auflage, Teubner, 2007 • H. Sigloch: [Technische Fluidmechanik], 8. Auflage, Springer, 2012 • H. Oertel Jr.: [Strömungsmechanik - Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele], 6. Auflage, Vieweg & Teubner, 2011

1	Modulbezeichnung 97331	Strömungsmechanik II Fluid mechanics II	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Strömungsmechanik II (Vertiefung) - Übung (1 SWS) Vorlesung: Strömungsmechanik II (Vertiefung) (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Wierschem	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Wierschem
5	Inhalt	• Dimensionsanalyse und Ähnlichkeitstheorie • schleichende Strömungen • zeitabhängige Strömungen • Potentialströmungen • Grenzschichtströmungen • Turbulenz • kompressible Strömungen Übungen ergänzen die Vorlesung. Studierende werden angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, strömungsmechanische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln.
6	Lernziele und Kompetenzen	Aufbauend auf Kenntnissen reibungsbehafteter Strömungen bietet die Vorlesung eine systematische Vertiefung in wesentliche Bereiche der Strömungsmechanik. Die Studierenden: • verfügen über einen Überblick über wesentliche Bereiche der Strömungsmechanik und verstehen ihre Bedeutung und Anwendung in der Strömungsmechanik • können die Bedeutung der unterschiedlichen Strömungsbereiche sowohl in der natürlichen Umgebung als auch in ingenieurwissenschaftlichen Problemstellungen nachvollziehen • sind fähig, strömungsmechanische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln • können die erworbenen Fachkenntnisse mit geeigneten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Strömungsmechanik (CBI, CEN) oder Strömungsmechanik I für Maschinenbau und Energietechnik.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• J. H. Spurk, N. Aksel: Strömungslehre: Einführung in die Theorie der Strömungen, 8. Auflage, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2010 • F. Durst, Grundlagen der Strömungsmechanik - Eine Einführung in die Theorie der Strömungen in Fluiden, Springer, 2006 • P. K. Kundu, Fluid Mechanics, 5th Ed., Academic Press, 2012 • F. M. White, Fluid Mechanics, 7th Rev. Ed., McGraw Hill, 2011

1	Modulbezeichnung 94940	Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (vhb) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Felix Funk Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

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

		• Sie haben einen Überblick gewonnen, wie die Geräteklassen zur Realisierung ganzheitlicher Anwendungsszenarien verknüpft werden können • Sie kennen die grundlegenden Begriffe aus dem Innovationsmanagement und der Innovationsforschung • Der Begriff Akzeptanz ist Ihnen in seinen unterschiedlichen Dimensionen bekannt
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97110	Technische Produktgestaltung Technical product design	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Technische Produktgestaltung (4 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Stefan Götz Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartack	

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

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

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

Verstehen

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

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

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

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

Anwenden

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

- Erstellung der fertigungsgerechten und montagegerechten Tolerierung von Bauteilen. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Bestimmen der zugrundeliegenden Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte; Bestimmen des Tolerierungsgrundsatzes. Integration von, durch Normen definierte Toleranz- und Passungsvorgaben in bestehende Tolerierungen; Zusammenfassen kombinierbarer Form- und Lagetoleranzen zu Zeichnungsvereinfachung; Festlegung der Größen der Toleranzzonen aller vergebenen Toleranzen.
- Optimierung der Tolerierung anhand der statistischen Toleranzanalyse. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Erkennen und Ableiten der analytischen Schließmaßgleichungen; Definition der zugrundeliegenden Toleranzwerten und zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Berechnung der resultierenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Schließmaße; analytische Bestimmung der statistischen 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 unbekannten Konstruktionsaufgaben auswählen und deren Anwendbarkeit einschätzen. Zudem sind sie in der Lage konträre Gestaltungsrichtlinien aufgabenspezifisch abzuwägen.

Erschaffen

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

Lern- bzw. Methodenkompetenz

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

Selbstkompetenz

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

Sozialkompetenz

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

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Eberle
5	Inhalt	• Grundlagen des thermischen Managements • Komponenten des thermischen Managements • Anwendungs- und Auslegungsbeispiele • Bauelemente unter Temperaturbelastung • Thermische Meßtechnik • Elektrisch-thermische Modellierung
6	Lernziele und Kompetenzen	Für die Leistungselektronik ist das Thema Entwärmung von essentieller Bedeutung, vor allem mit Blick auf Zuverlässigkeit, Lebensdauer oder erzielbare Leistungsdichte. Die Studierenden können die Grundlagen der Entwärmung leistungselektronischer Systeme erklären. Ausgehend von den Gesetzen des Wärmetransports und den Materialeigenschaften werden Entwärmungstechniken auf Bauteil-, Schaltungsträger- und Systemebene behandelt, begleitet durch ausgewählte Anwendungs- und Auslegungsbeispiele. Die Studierenden können die für thermische Berechnungen relevanten Angaben aus Datenblättern interpretieren, lernen thermische Ersatzschaltbilder und Verfahren zu deren Parameterisierung sowie Verfahren zur Simulation transienter thermischer Vorgänge kennen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

1	Modulbezeichnung 97115	Wälzlagertechnik Rolling bearing technology	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Wälzlagertechnik (4 SWS)	-
3	Lehrende	Michael Jüttner Dr.-Ing. Marcel Bartz	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Marcel Bartz
5	Inhalt	• Einführung und Motivation • Grundsätzlicher Aufbau und Komponenten • Wälzlagerwerkstoffe und Wärmebehandlung • Wälzkontakt • Belastung und Lastverteilung • Tragfähigkeit und Lebensdauer von Wälzlagern • Kinematik des Wälzlagers • Reibung in Wälzlagern • Schmierung von Wälzlagern • Konstruktive Gestaltung von Wälzlagerungen • Toleranzen in Wälzlagern, Lagersteifigkeit • Fertigung, Montage und Handhabung • Schadenskunde • Neue Entwicklungen in der Wälzlagertechnik
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Im Rahmen von WLT erlangen die Studierenden praxisorientiert grundlegende Kenntnisse im Bereich der Wälzlagertechnik. Die Studierenden sind vertraut mit Fachbegriffen und können im Einzelnen: • die Hauptfunktionen, Wirkprinzipien und Eigenschaften von Wälzlagern beschreiben. • die Grundkomponenten von Wälzlagern aufzählen • die gängigen rotatorischen und translatorischen Wälzlager nennen • Wissen über die Normung und Nomenklatur im Kontext von Wälzlagern wiedergeben • gängige Wälzlagerwerkstoffe und deren Wärmebehandlung beschreiben • die Hintergründe der der Auslegung von Wälzlagern zugrundeliegenden Festigkeitshypothesen wiedergeben • die Bedeutung der Reibung im Wälzlager beschreiben • die Aufgaben des Schmierstoffs nennen • die Schmierstoffeigenschaften, insbesondere Viskosität und Dichte, beschreiben • gängige Schmierstoffe und Additive aufzählen und Schmierstoffalterung beschreiben • Wissen über Feststoffschmierung, Mediensmierung und Trockenlauf wiedergeben • Möglichkeiten zur Überwachung von Wälzlagern nennen • Gebrauchsspuren und Wälzlagerschäden beschreiben Verstehen

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, Schmiervorgang 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 Evaluierten (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	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine

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

1	Modulbezeichnung 92840	Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (2 SWS) Übung: Übung zu Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Simon Fröhlig Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Ziel der Vorlesung 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 der Lehrveranstaltung bildet ein Überblick über innovative, zukünftige Technologien und ihre Auswirkungen auf heutige Bordnetzsysteme. Ergänzend zur Vorlesung finden drei Blockübungen statt, die das vermittelte, theoretische Wissen durch praktische Anwendungen vertiefen. Der erste Block fokussiert das Engineering und die digitale Prozesskette und findet im CIP-Pool statt. Darauf aufbauend wird im zweiten Block der entworfene Kabelsatz gefertigt und die Auslegung durch praktische Versuche validiert. Die Übung schließt mit einer Exkursion in ein regionales Unternehmen des kabelverarbeitenden Gewerbes ab. Inhaltliche Kerngebiete: • Einführung in die Signal- und Leistungsvernetzung • Grundlagen der Signal- und Leistungsübertragung • Bordnetzentwicklung • Kabel- und Komponentenfertigung • Kabelkonfektion und Verbindungstechnik • Automatisierte und manuelle Kabelbaummontage • Prüfen, Versand und Einbau von Bordnetzen • Auftragssteuerung, Logistik, Datenfluss • Zuverlässigkeit und Lebensdauermodelle • Digitale Methoden und Industrie 4.0 • Innovative Bordnetzarchitekturen und -technologien • Signal- und Leistungsübertragung in anderen Branchen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden sollen Erkenntnisse bezüglich des Aufbaues und der Herstellung von Bordnetzsysteme erlangen sowie die Grundlagen der Signal- und Leistungsvernetzung in mechatronischen Systemen beherrschen. Nach einer Einleitung und der Vorstellung der Einzelkomponenten moderner Bordnetze, werden Entwicklungs-,

		Fertigungs- und Montagekonzepte der einzelnen Bestandteile sowie des gesamten Kabelsatzes vermittelt. Auch die digitale Wertschöpfungskette findet dabei Betrachtung. Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut: • Grundlage der Vorlesung ist die Komplexität heutiger Bordnetze sowie die damit einhergehenden Komplikationen und Herausforderungen. Diese Situation wird zusätzlich durch die aktuellen Mobilitätstrends verschärft. Daher liegt ein Augenmerk ebenfalls auf Lösungsansätzen, um dieses Spannungsfeld möglichst konfliktfrei aufzulösen. • Die 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. • Die dargestellten spezifischen Methoden, Konzepte und Lösungsansätze lassen sich durch die Vorlesung in ein Gesamtsystem einordnen. Hierdurch wird das Erkennen und Ableiten von Prämissen und Relationen gefördert und ermöglicht. • Die eingesetzten Technologien zur Herstellung eines Musterkabelsatzes entsprechen dem aktuellen Stand der Technik. Dadurch werden die Studierenden im Rahmen der Übung am modernem Equipment des Lehrstuhls geschult. Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage • die wirtschaftlichen, logistischen und technischen Impulse und Herausforderungen nachzuvollziehen sowie die zugrunde liegende Ursachen zu verstehen • grundsätzliche methodische Ansätze bezüglich der bordnetzspezifischen Prozesskette zu differenzieren und einzusetzen. • sowie die charakteristischen Entwicklungs-, Produktions-, Montage- und Qualitätssicherungsmethoden und Werkzeuge zu abstrahieren und bei weiterführenden Anwendungen zu nutzen. • darüber hinaus befähigt, die notwendigen Fertigungsverfahren anzuwenden und einen Musterkabelsatz zu fertigen. Das im Zuge dieser Lehrveranstaltungen vermittelte Wissen bildet die Grundlage für den Einstieg und das Verständnis des kompletten Industriezweigs der Kabelsatzfertigung. Dies umfasst neben Kabelkonfektionären und Bordnetzherstellern ebenfalls Komponentenlieferanten und Automobilhersteller.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Braess, • Elektronik in der Fahrzeugtechnik, Borgeest • Handbuch Fügen, Handhaben und Montieren, Feldmann • Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID), Franke • Handbuch zu elektrischen Kabeln und Leitungen, Katzier • Elektrische Steckverbinder: Technologien, Anwendungen und Anforderungen, Katzier • Elektrische Kontakte, Werkstoffe und Anwendungen, Vinaricky

Major Sustainable mobility and production technology

1	Modulbezeichnung 94783	Advanced Seminar on International and Sustainable Production no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Advanced Seminar on International & Sustainable Production (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Miriam Eichinger	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	Inhalt	• Referat zu einem Thema aus dem Bereich "International and Sustainable Production" (i.d.R. in englischer Sprache) • Aktive Teilnahme an den Diskussionen über andere Referate • Presentation on a topic from the field of "International and Sustainable Production" (usually in English) • Active participation in discussions on other presentations
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • forschen zu einem wissenschaftlichen Thema aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften • erstellen eine Präsentation zu einem wissenschaftlichen Thema in diesem Bereich • vermitteln ihr erworbenes Wissen an mehrere Zuhörer • erhalten Einblicke in andere wissenschaftliche Themen aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften • können sich aktiv in die Diskussion bei anderen Vorträgen einbringen The students • Research on a scientific topic from the field of engineering sciences • Create a presentation on a scientific topic in this field • Convey their elaborated knowledge to several listeners • Get insights into other scientific topics from the field of engineering sciences • can be brought into the discussion during other lectures
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung • Referat zu einem Thema aus dem Bereich "International and Sustainable Production" (i.d.R. in englischer Sprache), der Vortrag dauert 20 min. • Die Abgabe erfolgt als Präsentations-Datei, normalerweise im .pptx-Format. • Aktive Teilnahme an den Diskussionen über andere Referate • Bewertungsgrundlage: 30% Präsentationsstil, 30% Inhalt, 30% Foliensatz, 10% Beteiligung an der Diskussion.

		• Presentation on a topic from the field of "International and Sustainable Production" (usually in English), the presentation lasts 20 min. • The submission takes place as a presentation file, usually in .pptx format. • Active participation in discussions on other presentations • Basis of assessment: 30% presentation style, 30% content, 30% slide set, 10% participation in the discussion.
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 95340	Automotive Engineering Automotive engineering	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Automotive Engineering (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jan Fröhlich Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

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

		• Einen Überblick über die Produktentstehung bis hin zur Serienentwicklung zu geben • Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen • Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen • Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen • Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben • Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 96910	Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine Basics in machine tools	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine (2 SWS) Übung: Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine - Übung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nico Hanenkamp Jacqueline Blasl	

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

		• Verstehen die Grundlagen der Schmierung und Reibung in Führungssystemen • Verstehen die Funktionsprinzipien verschiedener Führungssysteme • Verstehen die Funktionsweise verschiedener Motoren • Verstehen die unterschiedlichen Lagerungskonzepte für bewegte Elemente der Werkzeugmaschine Anwenden Die Studierenden • Können die wesentlichen Elemente der Werkzeugmaschine auslegen (Hauptantrieb, Führung, Vorschub, Gestell) • Können die Komplexität der Anforderungen an Werkzeugmaschinen diskutieren • Können den Antriebsstrang einer Werkzeugmaschine in die einzelnen Bestandteile zerlegen • Können Anforderungen aus einem gegebenen Fertigungsprozess an die Werkzeugmaschine ableiten • Können die Ursachen von Ratterschwingungen in Werkzeugmaschinen analysieren • Können den optimalen Lagerabstand für Hauptantriebe berechnen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Hirsch, Andreas: Werkzeugmaschinen: Grundlagen, Auslegung, Ausführungsbeispiele. Springer Verlage 2012. Brecher, C., Weck, M.: Werkzeugmaschinen. Band 1 bis 5. Springer Verlag.

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm	
5	Inhalt	• Bedeutung der Mechatronik im Werkzeugmaschinenbau • Grundlegende Begrifflichkeiten mit Bezug auf den Werkzeugmaschinenbau zu den Themen Mechanik, Elektrotechnik und Software • Analyse, Modellierung und Regelung von Werkzeugmaschinen • CNC-Steuerungstechnik für die Werkzeugmaschine • Parallelkinematik-Maschinen • Evolution der Drehmaschinen • Vertikale und horizontale IT-Integration	
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • wesentliche mechatronische Komponenten der Werkzeugmaschine zu benennen und zu erläutern. • Modellversuche zur elektrischen Antriebstechnik durchzuführen. • eine analytische Vorgehensweise zur regelungstechnischen Modellbildung anzuwenden. • Regelungstechnische Möglichkeiten der elektrischen Antriebstechnik darzustellen. • die CNC Verfahrenskette vom CAD-Geometriemodell zur Werkzeugposition zu erklären. • Konsequenzen alternativer Maschinenkonzepte (Parallelkinematiken, modulare Maschinen) zu erläutern. • Werkzeugmaschinen als IT-Komponenten (horizontale und vertikale Integration und Kommunikation) darzustellen. • Mechatronische Systeme im allg. Maschinenbau anzuwenden und die Konzepte der Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen zu übertragen.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)	

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

1	Modulbezeichnung 85764	Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Verena Tiefenbeck	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi Prof. Dr. Verena Tiefenbeck
5	Inhalt	The module covers the role of Information & Communication Technologies (ICT) in the energy transition towards a more sustainable energy production and consumption, with a particular focus on energy efficiency, the integration of renewable energy sources into the electric grid, and the reduction of greenhouse gas emissions. The interdisciplinary module covers fundamental technical principles of conventional and renewable energy generation and sustainable energy consumption, assesses the role of ICT in the ongoing energy transition, and evaluates economic and societal challenges and implications of the approaches covered. Specific topics include: • Fundamentals of energy generation and consumption • Conventional and distributed power generation • Introduction to energy markets and economic aspects • Smart grid and smart metering infrastructures, virtual power plants, energy communities • Wireless technologies and their impact on future mobility and energy networks • Demand side management and home automation • Changing consumer behavior with smart ICT • Smart heating, electric mobility At the beginning of the course, fundamental principles of energy generation and consumption are taught, so that students without prior knowledge in the field of energy can successfully participate in the course. The module covers the role of Information & Communication Technologies (ICT) in the energy transition towards a more sustainable energy production and consumption, with a particular focus on energy efficiency, the integration of renewable energy sources into the electric grid, and the reduction of greenhouse gas emissions. The interdisciplinary module covers fundamental technical principles of conventional and renewable energy generation and sustainable energy consumption, assesses the role of ICT in the ongoing energy transition, and evaluates economic and societal challenges and implications of the approaches covered. Specific topics include: • Fundamentals of energy generation and consumption • Conventional and distributed power generation • Introduction to energy markets and economic aspects • Smart grid and smart metering infrastructures, virtual power plants, energy communities

		• Wireless technologies and their impact on future mobility and energy networks • Demand side management and home automation • Changing consumer behavior with smart ICT • Smart heating, electric mobility At the beginning of the course, fundamental principles of energy generation and consumption are taught, so that students without prior knowledge in the field of energy can successfully participate in the course.
6	Lernziele und Kompetenzen	The module is designed to enable participants to • explain the basic physical and technical principles of energy generation and power grids and apply them in calculations, • state, explain, and evaluate the necessity as well as challenges associated with the integration of renewable energies • name components of a smart grid and explain their function • explain fundamental market mechanisms (energy economics) • understand and be able to explain the roles and intentions of the actors in the electricity market, • examine components, market mechanisms and regulatory measures with regard to their costs, benefits and risks and critically assess evaluation approaches • to explain the possibilities of information systems for the reduction of energy consumption in the field of indoor climate/ heating and to evaluate them, • explain the central components, variables, requirements and challenges of electromobility and explain how information systems can contribute to solving these challenges
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	None
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3;5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur Written examination (90 minutes)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch

16	Literaturhinweise	Will be announced in class

1	Modulbezeichnung 96920	Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz Efficiency in production and operative excellence	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz (2 SWS) Übung: Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz - Übung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nico Hanenkamp Mohammad Banihani	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	Inhalt	• Wertstromanalyse und Wertstromdesign • JIT Produktionssystem • Austaktung von Prozessen • Rüstzeitreduzierung mit SMED • Shopfloor Management • Systematische Problemlösung • 5S Methode
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden • kennen die Parameter die während einer Wertstromanalyse aufgenommen werden • kennen die Ursachen für Nachfrageschwankungen in der Produktion • kennen die Position des Shopfloor Managements in der Unternehmensstruktur • kennen die Kernelemente eines schlanken Unternehmens Verstehen Die Studierenden • verstehen das JIT Produktionssystem • verstehen den Unterschieden zwischen Tätigkeit mit Verschwendung und mit Wertzuwachs • verstehen den Ablauf einer Wertstromanalyse • verstehen den Unterschied zwischen auftragsbezogener und anonymer Bestellung • verstehen die Materialflussprinzipien entsprechend des LEAN Gedanken • verstehen den Unterschied zwischen einer Push- und Pull-Steuerung • verstehen die Definition von Rüstzeit und die Folgen hoher Rüstzeit • verstehen die Ursachen der Nivellierung der Produktion • verstehen das Arbeitsverteilungsdiagramm • verstehen die sieben Verschwendungsarten • verstehen die Ziele und die Voraussetzungen des Shopfloor Managements • verstehen den PDCA - Zyklus Anwenden

		Die Studierenden • verstehen die 5S Methode und können diese selbstständig inklusive der dafür benötigten Werkzeuge in der Praxis anwenden. • können den Kundentakt und die benötigte Mitarbeiteranzahl berechnen • können eine Wertstromanalyse eigenständig durchführen und dokumentieren • können einen Wertstrom optimieren und ein Soll-Wertstromdesign gestaltet. • können eigenständig die Rüstzeit eines Prozesses durch die SMED Methode (inklusive der enthaltenen Werkzeuge) in der Praxis reduzieren. • können die Austaktung mehrerer Prozesse im Wertstrom vornehmen (inklusive Zykluszeitermittlung, Taktabstimmendiagramm, etc.) • können die vier Kernaktivitäten des Shopfloor Managements durchführen und diese systematisch überwachen • können die FQA- Methode anwenden inklusiver der enthaltenen Werkzeuge
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94969	Elektrische Energiespeichersysteme no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Eberle	
5	Inhalt	• Einführung in elektrische Energiespeichersysteme und deren Anwendung hinsichtlich Betriebsweise und Belastungsformen in mobilen und stationären Anwendungen. • Grundlagen zu elektrochemischen und physikalischen Energiespeichern sowie der notwendigen Elektronik zur Überwachung (z.B. Batteriemanagement (BMS)) und Anbindung an Erzeuger und Verbraucher (z.B. Leistungselektronik). • Betrachtung von Batteriesystemen (Pb, NiCd, NiMH, NaNiCl₂, Lilo), Brennstoffzellen, Schwungmassenspeichern, Kondensatoren und thermischen Speichern. • Grundlagen zur analytischen Auslegung von Speichersystemen für mobile und stationäre Anwendungen hinsichtlich Energieinhalt, Lade-/Entladeleistung, Verlustleistung und Lebensdauer • Sicherheitsaspekte beim Einsatz von Energiespeichern	
6	Lernziele und Kompetenzen	Es werden die Grundlagen für die Auswahl und den Einsatz von elektrischen Energiespeichern vermittelt. Dazu werden die am weitesten verbreiteten elektrochemischen Energiespeicher vorgestellt und ihre spezifischen Eigenschaften diskutiert. Daneben werden auch Speichersysteme auf Basis von Kondensatoren, Schwungmassenspeichern und Wasserstoffbasierten Brennstoffzellen behandelt. Dazu werden die grundlegenden elektrischen Eigenschaften und das Verhalten der Systeme beschrieben. Für den Einsatz in unterschiedlichen Anwendungen lernen die Studierenden die notwendigen Anforderungen zu spezifizieren, die Datenblattangaben zu interpretieren und Speichersysteme auszulegen.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel	
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)	

12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, 2 . überarbeitete Auflage, Andreas Jossen, Wolfgang Weydanz, ISBN: 978-3-736-99945-9 Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Herausgeber: Korthauer, Reiner (Hrsg.) , ISBN 978-3-642-30653-2

1	Modulbezeichnung 94971	Elektrische Energiespeichersysteme no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektrische Energiespeichersysteme (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März Dr.-Ing. Bernd Eckardt	

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Eberle
5	Inhalt	Introduction to electric energy storage systems and their applications regarding the mode of operation and load scenarios in mobile and stationary applications Basics on electrochemical and physical energy storage systems as well as the used electronics for measuring (e.g. battery management system (BMS)) and connecting the storage to the source or load (e.g. power electronic). Different electrochemical storage systems (Pb, NiCd, NiMH, NaNiCl₂, Lilo), fuel cells, flywheels, capacitors and thermal storages Basics on analytic calculations of necessary ratings for mobile and stationary applications according to capacity, charge and discharge power, losses and lifetime Safety aspects using energy storage systems
6	Lernziele und Kompetenzen	Students who participate in this course get basic knowledge on the use and selection of different electric energy storage systems. Therefore the most common used electrochemical storage systems are presented and the specific properties are discussed. Further on storage solutions based on capacitors, flywheels and fuel cells are covered. The basic electric performance and the system behavior is described. For different applications the students learn to specify the necessary requirements, to work with available datasheets and to configure electric storage systems.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Prerequisites: To succeed in this course, students will need basic knowledge in chemistry and electronics.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

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

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

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

		- analysieren Betriebs- und Störungszustände des elektrischen Energieversorgungssystem mit REA - können die erlernten Methoden auf praktische Fragestellungen anwenden
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94950	Elektromaschinenbau Engineering of electric drives	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Elektromaschinenbau - Applikation (2 SWS) Vorlesung: Elektromaschinenbau - Grundlagen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden zu vermitteln, wie sich die Wertschöpfungskette nach dem Entwurf, der Konzeption und der Konstruktion eines Produkts gestaltet. Anhand der Vorlesungseinheiten werden den Studierenden Einblick 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 den Hörern der Vorlesung Elektromaschinenbau das nötige Wissen gelehrt, 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. • Allgemeine Grundlagen zu elektrischen Maschinen • Weichmagnetische Werkstoffe • Hartmagnetische Werkstoffe • Wickeltechnik • Isolationstechnologien • Statorprüfung • Produktion und Endmontage elektrischer Maschinen • Produktion elektrischer Maschinen für Traktionsantriebe • Spezielle Anwendungsfelder des Elektromaschinenbaus • Recycling elektrischer Maschinen • Elektronik im Elektromaschinenbau
6	Lernziele und Kompetenzen	Lernziele: • Kenntnis von Bauarten, Einsatzfelder, Nutzen, Leistungsfähigkeit und technischen Neuerungen elektrischer Antriebe • Kenntnis von Aufbau, Einzelkomponenten und Materialien elektrischer Antriebe • Kenntnis der Einzelprozesse zur Produktion elektrischer Antriebe • Beherrschung von Methoden und Werkzeugen zur Planung, Inbetriebnahme, Betrieb und Optimierung von Produktionsketten für elektrische Antriebe
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Tzscheutschler - Technologie des Elektromaschinenbaus Jordan - Technologie kleiner Elektromaschinen

1	Modulbezeichnung 97247	Fertigungsmesstechnik I Manufacturing metrology I	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Fertigungsmesstechnik I - Übung (2 SWS) Vorlesung: Fertigungsmesstechnik I (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	- Grundlagen, Begriffe, Größen und Aufgaben der FMT: Teilgebiete der industriellen Messtechnik, Grundaufgaben und Ziele der Fertigungsmesstechnik, Messen, Prüfen, Überwachen, Lehren, Begriffsdefinitionen: Messgröße, Messwert, Messunsicherheit, wahrer Wert, vereinbarter Wert, Messergebnis, Prüfung, Messung, Messprinzip, Messmethode, Messverfahren, Nennmaß, Grenzmaß, Grenzabmaß, Grundeinteilung der Mess- und Prüfmittel in der FMT, Messschieber, Messschrauben, Messuhr, Taylorscher Grundsatz, Lehren Endmaße, Sinustisch oder Sinuslineal, Maßverkörperungen, Winkelendmaße) - Grundlagen der Längenmesstechnik (Maßstäbe und Interferometer): Messprinzipien zur Längenmessung, Abbe Komparator, Maßstäbe mit Skalen Eppensteinprinzip Linearencoder, Gitterabtastung, Richtungserkennung, Ausgangssignale, Demodulation, Differenzsignalerfassung, Referenzmarken, Abtastung (abbildend, interferometrisch, Durchlicht, Auflicht) Demodulationsabweichungen: Quantisierungs-, Amplituden-, Offset- und Phasenabweichungen, Heydemannkorrektur absolut codierte Maßstäbe: V- und U-Abtastung und Gray Code Transversale elektromagnetische Welle, Überlagerung von Wellen, konstruktive und destruktive Interferenz Polarisation des Lichtes, Voraussetzungen für die Interferenz, Interferenz von Lichtwellen Interferenz (Homodynprinzip und Heterodynprinzip), Interferenz am Michelson-Interferometern, Einteilung von Interferometern, Luftbrechzahl, Demodulation am Homodyninterferometer, Demodulation am Heterodyninterferometer Einteilung von Interferometern, Luftbrechzahl, zeitliche und räumliche Kohärenz Laser, He-Ne-Laser Aufbau von Interferometern, Anwendung der Interferometer - Geometrische Produktspezifikation und Verifikation (GPS) Basis der Messaufgabenbeschreibung und durchführung: Geometrischen Produktspezifikation (GPS) Dualitätsprinzip und Operationen Begriffsdefinition von Geometrieelementen (Nenn-, wirkliches, erfasstes und zugeordnetes Geometrieelement) Standardgeometrieelemente Gestaltparameter an Werkstücken (Grobgestalt, Feingestalt, Maß, Abstand, Lage, Form, Welligkeit, Rauheit) Systematik der Gestaltabweichungsarten

(Maß-, Form-, Lageabweichungen und Abweichung der Oberflächenbeschaffenheit) Toleranzbegriff Form- und Lagetoleranzen Systematik der Tolerierung von Unabhängigkeitsprinzip Werkstücken (Unabhängigkeitsprinzip, Hüllprinzip)

- Koordinatenmesstechnik: Prinzip, Koordinatensysteme, Grundanordnung, Bauarten Tastsysteme (Erzeugung der Antastkraft, Messung der Auslenkung, Integration mehrerer Achsen, Kinematik, weitere Achse, Umwelt, Arten von Tastsystemen, Taststiftbiegung, Taster) Einzelpunktantastung, Scanning Beschreiben und Festlegen der Messaufgabe Feststellen Einflüsse auf das Messergebnis Vorbereitung der Messung Auswahl und Einmessen des Tasters Festlegen der Messstrategie Auswertung der Messergebnisse (Ausgleichsverfahren) Spezifikation, Parameter und Prüfung
- Formprüftechnik: Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben, Bauarten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte) Abweichungen der Drehführung von der idealen Achse und deren Bestimmung Kalibrierung von Formmessgeräten Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren
- Oberflächenmesstechnik: Oberflächenmessprinzipien Tastschnittgeräte, optische Oberflächenmessgeräte, Fokusvariation, Konfokales Mikroskop, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope, Weißlichtinterferometer Oberflächenparameter Normenreihe DIN EN ISO (Profil, Flächen) Profilauswertung entsprechend DIN EN ISO 3274 und DIN EN ISO 4287 Profilkenngrößen (Rauheits-, Welligkeit- und Struktur-Kenngrößen): Filterung, Senkrecht-, Waagerechtkenngrößen, gemischte Kenngrößen Kenngrößen aus Materialanteil-Kurve (ISO 13565-2 und ISO 13565-3) Flächenparameter (Höhenparameter, räumliche Parameter, flächenhafte Materialanteilkurve, topographischen Elemente) Streulichtmessung, Streulichtparameter

Content:

- Basics, Terms, Dimensions and Tasks of the Manufacturing Metrology: Parts of the industrial measurement technology Manufacturing Metrology, Tasks and Aims Measure, Inspect, Control, Gauge Terms: Measurand, measurement value, measurement uncertainty, true value, measurement result, inspection, measurement, measurement principle, measurement method, basic size, limiting size, limiting dimension Classification of measurement and inspection equipment Caliper, micrometer screw, indicator Basic principle of Taylor, gauge Gauge block, sinus table, sinus ruler, material measure, angle gauge block
- Basics of dimension measurement (scale and interferometry): Principle of dimension measurement Abbe comparator, scales Principle of Eppenstein Linear encoder, lattice sampling, direction detection, output signals, demodulation,

		detection of signal difference, reference marks, sampling Demodulation deviation: Deviation of quantification, amplitude, offset and phases, Heydemann correction Absolute coded scales; V- and U-sampling, gray code Transversal electromagnetic weave, overlap of weaves, constructive and destructive interferences, polarization of light, requirements for interference, interference of light waves Interference (homodyne principle, heterodyne principle), interference with the Michelson interferometer, classification of interferometer, index of refraction, demodulation on the homodyne and heterodyne interferometer Classification of interferometer, index of refraction, temporal and spatial coherence Laser, He-Ne-laser Setup of interferometer, field of application of interferometer • Geometrical product specification and verification (GPS) Basis of the measurement task description and execution: Geometrical product specification and verification (GPS) Duality principle and operations Definition of terms of geometry elements Standard geometry elements Shape parameter on workpieces System of shape deviations Terms of tolerance Form tolerance and position tolerance System of toleration with the principle of independence • Coordinate measuring technology: Principle, coordinate system, setup, designs Caliper systems Single point measurement, scanning Description of measurement tasks Definition of influences on the measurement result Preparation of the measurement Right choice of caliper, calibration of caliper Definition of a measurement strategy Evaluation of the measurement results Specifications, parameters and inspection • Form inspection technique: Principle, characteristics, measurement tasks, designs Deviation of the swivel guide from an ideal axis Calibration of form measurement systems • Surface measurements: Principles of surface measurements Profilometer, optical surface measurement systems, focus variation, confocal microscope, laser-auto focus variation, interference microscope, white light interferometer Surface parameters in DIN EN ISO Profile analysis according to DIN EN ISO 3274 and DIN EN ISO 4287 Profile parameters Parameters of the material-curve (ISO 13565-2 and ISO 13565-3) Area parameters Scattered light measurement, scattered light parameters
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden können die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen.

		- Die Studierenden können die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken nennen. - Die Studierenden können Messaufgaben, deren Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben. Verstehen - Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernte implementieren. - Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen. - Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und analysieren. - Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung selbstständiges erkennen. - Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I".
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	- Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3 - DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010 - Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9

- Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5
- Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9
- Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2
- Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2
- Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmessstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5
- Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969
- Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 ISBN 978-3-410-21196-9
- Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012

Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik

- [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0
- [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]<http://www.koordinatenmesstechnik.de/>
- [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]<http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html>

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	*Optische Oberflächenmesstechnik:* Überblick Oberflächenabweichungen und Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkungen, Einteilung der optischen Oberflächenmessverfahren, Mikroskope und Komponenten, Messmikroskope, Numerische Apertur, Punktverwaschungsfunktion, Auflösungsvermögen, Modulations-Transfer-Funktion Fokusvariation, Fokusvariation mit strukturierter Beleuchtung, Flying Spot Mikroskop, konfokales Mikroskop (Aufbau, Prinzip, Kennlinie, Nipkow-Scheibe, Scanspiegel, Mikrolinsenarray), Laserscanningmikroskop, konfokaler zwei Wellenlängenfasersensor, chromatischer Weißlichtsensor, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope (Michelson, Mirau, Linnik, Phasenschieber), Weißlichtinterferometer Streulichtmessung *Taktile Formmesstechnik:* Grundlagen der Formmesstechnik, Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben Bauarten von taktilen Formmessgeräten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte, Universalmessgeräte, Tastsysteme) Messabweichungen (Einflussfaktoren, Abweichungen der Drehführung und deren Bestimmung, Abweichungen der Geradführungen) Kalibrierung von Formmessgeräten (Flick-Normale, Vergrößerungsnormale, Kugelnormale, Mehrwellennormale) Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren *Optische Formmesstechnik:* Interferometrische Formmessung (Interferenz gleicher Neigung und gleicher Dicke, Mehrstrahlinterferenz, Fabry-Perot und Fizeauinterferometer, Interferenzfilter, Newtonsche Ringe, Phasenschiebeinterferometer, Demodulation mit Phasenschiebung, synthetische Wellenlänge, Anwendung der Fizeau-Interferometrie, Einfluss der Referenzfläche, Dreiplattentest, Interferometrie streifendem Einfall, Twyman-Green Interferometer, Einsatzgrenzen) Deflektometrische Formmessung (Überblick Deflektometrie, Grundprinzip, Extended Shear Angle Difference Methode, flächenhafte Deflektometrie, Einsatzgrenzen) *Photogrammetrie:* Grundprinzip, Stereophotogrammetrie, passive Triangulation, Grundlagen, aktive Triangulation (Punktriangulation, linienhafte und flächenhafte Triangulation) Streifenlichtprojektion (strukturierte Beleuchtung, Grundprinzip Ein- und Zweikerasysteme, Kodierung Gray Code, Phasenschiebung, Kombinierte Beleuchtung aus Gray Code und Phasenschiebung, Anwendung, Datenverarbeitung, Einsatzgrenzen) *Röntgen-Computertomografie:* Röntgenstrahlung, Grundprinzip der Röntgen-Computertomografie, Aufbau und Scanvarianten, Röntgenstrahlquellen, Strahlungsspektrum, Wechselwirkung mit Material (Photoelektrischer Effekt, Compton Streuung),

		Detektoren, Vergrößerung, Rekonstruktion (Radontransformation, algebraische Rekonstruktion, gefilterte Rückprojektion, Artefakte (Strahlaufhärtung, Ringartefakte, Streustrahlung, Scannerausrichtung), Schwellwertfindung, Anwendung (Defekterkennung, Micro- und Nano-CT, Hochenergie-CT, Multimaterial), Rückführung *Spezifikation und Messung optischer Komponenten:* Zeichnungen für optische Elemente und Systeme, Materialspezifikation, Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Prüfung der Oberflächenformabweichungen (Passe) mit Probegläsern, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, Messung geometrischer Spezifikationen *Mikro- und Nanomesstechnik:* Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoodinatensysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik. • Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben • Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen. Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern. • Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen. • Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren. Anwenden • Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen. • Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren. Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren. • Die Studierenden sind in der Lage Messergebnisse zu hinterfragen und auf dieser Basis die Funktionalität des Messsystems sowie die zum Zeitpunkt der Messung vorherrschenden Messbedingungen zu bewerten.

		Erschaffen Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Eine Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Fertigungsmesstechnik 1" wird empfohlen, ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012 Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9 Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg +Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5 Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9 Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2

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

1	Modulbezeichnung 993143	Fundamentals of Polymer Materials (Polymerwerkstoffe) Fundamentals of Polymer Materials	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fundamentals of Polymer Materials (Polymerwerkstoffe) (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Schubert	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Schubert
5	Inhalt	Grundlegende Konzepte, Theorien und Methoden der Werkstoffkunde der Polymerwerkstoffe werden dargelegt. Das Modul umfasst folgende Themen: Thermodynamische Eigenschaften makromolekularer Lösungen, Molekularmasse und ihre Verteilung, Bestimmungsmethoden der Molekularmasse; Aggregatzustände und mechanisches Verhalten von unvernetzten amorphen und teilkristallinen Polymeren, von Elastomeren und Duromeren; lineares und nichtlineares viskoelastisches Deformationsverhalten, Messverfahren, Rheologie, Zeit- Temperatur-Superpositionsprinzip, Abhängigkeit viskoelastischer Funktionen und anderer Eigenschaften vom molekularen Aufbau.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden können Zusammenhänge zwischen dem molekularen Aufbau polymerer Werkstoffe, ihren Eigenschaften, Fertigungsprozesse und wichtigen Anwendungsfelder wiedergeben und darlegen. Verstehen Die Studierenden erwerben die Fähigkeit Werkstoffeigenschaften von Polymeren Werkstoffen zu erklären und zu veranschaulichen. Anwenden Basiernd auf dem Wissen und Verständnis sind die Studierenden in der Lage Werkstoffzusammensetzungen und Anwendungsfelder zu erklären, zu berechnen und einzordnen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio

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

1	Modulbezeichnung 97277	Geometrische numerische Integration Geometric numerical integration	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Geometric Numerical Integration (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Flóra Szemenyei Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	Inhalt	• Integration of ordinary differential equations • Numerical integration • Conservation of first integrals (linear and quadratic invariants) • Symplectic integration of Hamiltonian systems • Variational integrators • Error analysis In this lecture, numerical methods that preserve the geometric properties of the flow of a differential equation are presented. First, basic concepts of integration theory such as consistency and convergence are repeated. Several numerical integration methods (Runge-Kutta methods, collocation methods, partitioned methods, composition and splitting methods) are introduced. Conditions for the preservation of first integrals are derived and proven. After a brief introduction into symmetric methods, symplectic integrators for Lagrange and Hamilton systems are considered. Basic concepts such as Hamilton's principle, symplecticity, and Noether's theorem are introduced. A discrete formulation leads to the class of variational integrators which is equivalent to the class of symplectic methods. The symplecticity leads to a more accurate long-time integration which is proven by concepts of backward error analysis and is demonstrated by means of numerical examples.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen The students are familiar with Lagrange systems and Hamiltonian systems and Hamilton's principle know the terms ordinary differential equation and analytic solution are familiar with consistency and convergence of a discrete evolution know standard integrators to solve ordinary differential equations numerically (Runge-Kutta methods, collocation methods, composition and splitting methods) know symmetric integrators are familiar with the terms first integrals and quadratic invariants are familiar with Noether's theorem and symplecticity of the Hamilton flow know symplectic integrators/variational integrators know conservation properties of symplectic/variational integrators are familiar with variational error analysis and backward error analysis Anwenden

		The students derive Lagrange- and Hamiltons equations determine invariants of dynamical systems implement numerical integrators and solve the ordinary differential equations numerically analyse the numerical solutions regarding accuracy, conservation of invariants, convergence, symmetry
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• E. Hairer, G. Wanner and C. Lubich, Geometric Numerical Integration: Structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations. Springer, 2006. • E. Hairer, S. Nørsett, and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. I Nonstiff problems. Springer, 1993. • E. Hairer and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. II Stiff and differential-algebraic problems. Springer, 2010. • J. E. Marsden and M. West, Discrete mechanics and variational integrators. Acta Numerica, 2001. • E. Hairer, C. Lubich and G. Wanner. Geometric numerical integration illustrated by the StörmerVerlet method. Acta Numerica, 2003. • E. Süli and D. F. Mayers, An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, 2003.

1	Modulbezeichnung 97086	Gießereitechnik 1 no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Gießereitechnik 1 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller	

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

Modellherstellung, als auch hinsichtlich der Anforderungen und Wechselwirkungen zwischen Modell- und Formwerkstoff und Zukunftspotential des Verfahrens im Hinblick auf die Additive Fertigung von Metallbauteilen.

- Wissen über die Kopplung von Prozesscharakteristika und Bauteileigenschaften hinsichtlich der unterschiedlichen Wirkungsketten und Prozesseinflüsse sowie die Ursachen und Auswirkungen prozessbedingter Imperfektionen.
- Wissen über Grundlagen und verfahrensspezifische Gestaltungsrichtlinien für das gieß- und bearbeitungsgerechte Konstruieren von metallischen Gussbauteilen.
- Wissen über Neuerungen und aktuelle Entwicklungen im Bereich der Gießtechnik im Hinblick auf aktuelle und zukünftige Schlüsseltechnologien (Micro Casting, Bulk Metals, Vakuumfeinguss)
- Wissen hinsichtlich aktueller Ansätze zur Gestaltung und Umsetzung nachhaltigerer Gießverfahren und Gussbauteilen mit dem Fokus auf Elektrifizierung der Gießaggregate und Wasserstoffeinbindung sowie den Umweltaspekten der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung.
- Wissen über gängige Prüfverfahren zur Qualitätssicherung von Gussbauteilen ()
- Wissen über die prozesstechnischen Grundlagen, Anforderungen und Möglichkeiten fügetechnischer Verfahren in Bezug auf die Anbindung von Gussbauteilen (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 Prüfmethoden für unterschiedliche Bauteilanforderungen
- Umsetzung von Strategien zur Erzielung einer höheren Nachhaltigkeit an einem gegebenen Fallbeispiel
- Auslegung einer geeigneten Fügetechnik um Berücksichtigung anwendungsspezifischer Randbedingungen

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

Analysieren

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

Evaluieren (Beurteilen)

Anhand der erlernten Gießverfahren sowie deren Verfahrensgrundlagen und Besonderheiten, den 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

		Bauteile für verschiedenste Anwendungsfelder und gießtechnische Herstellungsverfahren zu gestalten. Des Weiteren sind sie im Stande Bauteilschwachstellen zu identifizieren und Abhilfestrategien zu erarbeiten. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien und Prozessschwerpunkte für neuartige Gießverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung gießtechnischer Produkte anzuwenden. Lern- bzw. Methodenkompetenz Befähigung zur selbständigen Gestaltung von gusstechnischen Produkten und Gießprozessen gemäß erlernten Restriktionen sowie Beurteilung vorhandener Optimierungspotentiale hinsichtlich prozess-, material- und umwelttechnischer Aspekte anhand der erlernten Bewertungsschemata. Selbstkompetenz Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen in fachlicher Hinsicht. Sozialkompetenz Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen konstruktive Rückmeldungen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94951	Grundlagen der Robotik no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Grundlagen der Robotik (0 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Robotik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Reitelshöfer Julian Seßner	

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

		• Robotersysteme durch den Einsatz von Planungs- und Simulationswerkzeugen zu validieren • sowie Roboter mit Hilfe des Robot Operating Systems zu programmieren und zu steuern.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97121	Handhabungs- und Montagetechnik Industrial handling and assembly technology	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS) Vorlesung: Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Jonas Walter Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Im Vertiefungsfach Handhabungs- und Montagetechnik wird die gesamte Verfahrenskette von der Montageplanung bis zur Inbetriebnahme der Montageanlagen für mechanische sowie elektrotechnische Produkte aufgezeigt. Einleitend erfolgt die Darstellung von Planungsverfahren sowie rechnergestützte Hilfsmittel in der Montageplanung. Daran schließt sich die Besprechung von Einrichtungen zur Werkstück- und Betriebsmittelhandhabung in flexiblen 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.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage: • die Montagefreundlichkeit von Produkten zu beurteilen und zu verbessern, • Montage- und Handhabungsprozesse zu beurteilen, auszuwählen und zu optimieren, • die dazu erforderlichen Geräte, Vorrichtungen und Werkzeuge zu bewerten, und • Montageprozesse sowie -systeme zu konzipieren, zu planen und weiterzuentwickeln. Dieses Wissen ist vor allem in den Bereichen Produktentwicklung, Konstruktion, Produktionsmanagement, Fertigungsplanung, Einkauf, Vertrieb und Management sowie in allen industriellen Branchen (z. B. Automobilbau, Elektrotechnik, Medizintechnik, Maschinen- und Anlagenbau) erforderlich.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Feldmann, Klaus; Schöppner, Volker; Spur, Günter (Hg.) (2014): Handbuch Fügen, Handhaben, Montieren. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage. München: Hanser. • Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. • Rainer Müller, Jörg Franke, Dominik Henrich, Bernd Kühlenkötter, Annika Raatz, Alexander Verl (Hg.) (2019): Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration: Hanser Fachbuchverlag.

1	Modulbezeichnung 92345	Human-centered mechatronics and robotics no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Human-centered mechatronics and robotics (2 SWS) Übung: Human-centered mechatronics and robotics (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	• Human-oriented design methods • Biomechanics - Motions, measurement, and analysis - Biomechanical models Elastic robotics - Elastic actuators - Control methods • Cognitive and physical human-robot interaction • Empirical research methods - Research process and experiment design - Research methods, interferences, and ethics
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to: • Tackle the interdisciplinary challenges of human-centered robot design. • Use engineering methods for modeling, design, and control to develop human-centered robots. • Apply methods from psychology (perception, experience), biomechanics (motion and human models), and engineering (design methodology) and interpret their results. • Develop robotic systems that are provide user-oriented interaction characteristics in addition to efficient and reliable operation.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Ott, C. (2008). Cartesian impedance control of redundant and flexible-joint robots. Springer. • Whittle, M. W. (2014). Gait analysis: an introduction. Butterworth-Heinemann. • Burdet, E., Franklin, D. W., & Milner, T. E. (2013). Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press. • Gravetter, F. J., & Forzano, L. A. B. (2018). Research methods for the behavioral sciences. Cengage Learning. • Further topic-specific text books and selected research articles.

1	Modulbezeichnung 94946	Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Industrie 4.0 Anwendungsszenarien in Produktion und Service (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jonathan Fuchs Prof. Dr. Ulrich Löwen	

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

		und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen • aufgrund der vermittelten Beispiele und Methoden durch eine Hinterfragung von Zielen und des wirtschaftlichen Nutzens die oft stark emotional geführten Diskussionen im Kontext von Industrie 4.0 zu versachlichen Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der industriellen Branchen, so z. B. im Automobilbau, der Informatik und Wirtschaftsinformatik, der Elektrotechnik und Medizintechnik und dem Maschinen- und Anlagenbau erforderlich.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	Inhalt	• Concepts and Success Factors of Holistic Production Systems • Production organization in the course of time • The Lean Production Principle (Toyota Production System) • The 7 Types of Waste (Muda) in Lean Production • Visual management as a control and management instrument • Demand smoothing as the basis for stable processes • Process synchronization as the basis for capacity utilization • Kanban for autonomous material control according to the pull principle • Empowerment and group work • Lean Automation - "Autonomation" • Fail-safe operation through Poka Yoke • Total Productive Maintenance • Value stream analysis and value stream design • Workplace optimization (lean manufacturing cells, U-Shape, Cardboard Engineering) • OEE analyses to increase the degree of utilization • Quick Setup (SMED) • Implementation and management of the continuous improvement process (CIP, Kaizen) • Overview of quality management systems (e.g. Six Sigma, TQM, EFQM, ISO9000/TS16949) and analysis tools for process analysis and improvement (DMAIC, Taguchi, Ishikawa) • administrative waste • Specific design of the TPS (e.g. for flexible small-batch production) and adapted implementation of selected international corporations	
6	Lernziele und Kompetenzen	After successfully attending the course, students should be able to • Understand the importance of holistic production systems; • Understand and evaluate Lean Principles in their context; • to evaluate, select and optimise the necessary methods and tools; • To be able to carry out simple projects for the optimisation of production and logistics on the basis of what has been learned in a team.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	

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

1	Modulbezeichnung 97250	Integrierte Produktentwicklung Integrated product development	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Integrierte Produktentwicklung (4 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jörg Miehl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartack
5	Inhalt	- Faktor Mensch in der Produktentwicklung I - Faktor Mensch in der Produktentwicklung II - Prozessmanagement und PLM - Systems Engineering - Projektmanagement - Entwicklungscontrolling - Bewerten und Entscheidungsfindung - Trendforschung & Szenariotechnik - Bionik - Risikomanagement - Wissensmanagement - Komplexitätsmanagement - Innovationsmanagement - Affective Engineering
6	Lernziele und Kompetenzen	<u>Fachkompetenz</u> Wissen 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: • Wissen über den zu verinnerlichenden Grundgedanken der IPE mit den vier Aspekten Mensch, Methodik, Technik und Organisation sowie deren Zusammenspiel • 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 • Wissen über Methoden die für die genannten Punkte eingesetzt werden können: Prozessmodellierung mittels Netzplantechnik, Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS), erweiterte ereignisgesteuerte Prozessketten (eEPK), Structured 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.

Evaluierten (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“ Merkmalsbäume 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	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

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

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

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

		• erklären und berechnen für die Bilanzanalyse wichtige Kenngrößen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Müller, Leonhard: Handbuch der Elektrizitätswirtschaft. Berlin: Springer, 2. Auflage 2001 Alle gezeigten Folien werden als Kopie zur Verfügung gestellt.

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

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

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

1	Modulbezeichnung 95380	Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Peter Feuser Prof. Dr. Paul Dick	

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

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

1	Modulbezeichnung 95370	Karosseriebau - Werkzeugtechnik no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Karosseriebau - Werkzeugtechnik (SWS)	-
3	Lehrende	Dr. Peter Feuser Prof. Dr. Paul Dick	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	Inhalt	Es wird die Prozesskette der Blechteilerstellung für den Karosseriebau dargestellt. Nach der ersten Machbarkeitsanalyse der Bauteile durch Umformsimulation und Prototypenbau folgt letztendlich die Serienfertigung. Dabei stehen insbesondere die Werkzeugtechnik im Fokus, sowie der stückzahlgerechte Werkzeugbau in der Prototypenphase und der Aufbau robuster Serienwerkzeuge. Zur Vorlesung gehört darüber hinaus eine Exkursion zum PT- und Serienwerkzeugbau der Mercedes Car Group in Sindelfingen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozesskette, die von der Idee zur Serienfertigung durchlaufen wird. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden sind in der Lage Bauteilanforderungen anhand des Einsatzbereichs zu evaluieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 528791	Kunststoffcharakterisierung und -analytik no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kunststoffcharakterisierung und -analytik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

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

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

1	Modulbezeichnung 46950	Kunststoffe und ihre Eigenschaften Plastics and their properties	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kunststoffe und ihre Eigenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

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

		• erstellen anforderungsbezogene Bewertungen der verschiedenen Kunststoffe und bewerten die Auswahl eines Kunststoffs für einen beispielhaften Anwendungsfall. • erarbeiten eine Werkstoffsubstitution mit einem passenden Kunststoff: Bewertung des einzusetzenden Kunststoffs sowie Auswahl eines geeigneten Fertigungsverfahrens (Wissenstransfer aus den Vorlesungen Produktionstechnik und Kunststoffverarbeitung).
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46910	Kunststoff- Fertigungstechnik Polymer production technology	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kunststoff-Fertigungstechnik (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

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

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

1	Modulbezeichnung 95260	Kunststoffverarbeitung	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kunststoffverarbeitung (SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

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

		• Klassifizieren die einzelnen Prozessschritte der jeweiligen Verfahren hinsichtlich Kenngrößen wie bspw. Zykluszeit und Energieverbrauch. • Analysieren und benennen die auftretenden Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Fertigung spezieller Kunststoffbauteile. • Können Kriterien für die Fertigung aus gegebenen Bauteilanforderungen ableiten und davon geeignete Fertigungsverfahren oder Kombinationen auswählen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Abgeschlossene GOP
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Michaeli, W.: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Hanser Verlag 2004 Limper, A.: Verfahrenstechnik der Thermoplastextrusion, Hanser Verlag 2011 Ehrenstein, G.W.: Handbuch Kunststoff-Verbindungstechnik, Hanser Verlag 2004 Johannaber, F.: Handbuch Spritzgießen, Hanser Verlag 2001

1	Modulbezeichnung 97281	Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin Laser-based processes in industry and medicine	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt Dr.-Ing. Florian Klämpfl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt
5	Inhalt	Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin: • Anwendung des Lasers in verschiedenen Fertigungsprozessen • Strahlführung und Formung • Simulation von Laserprozessen • Erzeugung ultrakurzer Laserpulse und deren Anwendung • Anwendung des Lasers in der Augenheilkunde und zur Gewebebearbeitung
6	Lernziele und Kompetenzen	Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin: 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.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 95360	Lasersystemtechnik 1 Laser systems engineering 1	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Lasersystemtechnik 1 (2 SWS)	-
3	Lehrende	Sven Ackermann Prof. Dr. Peter Hoffmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Hoffmann
5	Inhalt	• Einführung: Weltmarkt für Lasersysteme, Strahlquellen und deren Anwendung in der Materialbearbeitung • Grundlagen zur Ausbreitung und Fokussierung von Laserstrahlung • CO₂-Lasieranlagen: Strahlerzeugung, Bauformen für Strahlquellen, Strahlführung und formung, Anlagenbeispiele, Anwendungen • Festkörper-Lasieranlagen: Strahlerzeugung, Bauformen, Strahlführung über Lichtleitkabel, Strahlformung, Anlagenbeispiele, Anwendungen • Hochleistungsdioden-Lasieranlagen: Strahlerzeugung, Strahlführung und formung, Anlagenbeispiele, Anwendungen • Neuere Entwicklungen bei Strahlquellen und Lasieranlage • Introduction: Global Market for Laser Systems, Beam Sources and their application in material processing • Fundamentals of Propagation and Focussing of laser radiation • CO₂-Laser Systems: Beam Generation, design of beam sources, beam guidance and shaping, examples of systems, Applications • Solid-State-Laser Systems: Beam Generation, design, beam guidance via light conducting cable, beam shaping, examples of systems, Applications • High-Power-Diode-Laser Systems: Beam Generation, beam guidance and shaping, examples of systems, Applications • Novel developments in beam sources and Laser Systems
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können den Weltmarkt für Lasersysteme, Strahlquellen und deren Anwendung in der Materialbearbeitung korrekt beschreiben. Die Grundlagen zur Ausbreitung und Fokussierung von Laserstrahlung werden so weit beherrscht, dass die Lernenden im Rahmen der geometrischen Optik überschlagsweise die Auslegung von Anlagen berechnen können. Bauformen für CO ₂ -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 Lasieranlagen berichten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97283	Lasersystemtechnik II	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Lasersystemtechnik 2 (2 SWS)	-
3	Lehrende	Sven Ackermann Prof. Dr. Peter Hoffmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Hoffmann
5	Inhalt	1.Programmierung von Laseranlagen, Führungsverhalten 2.Erzeugung von Verfahrbefehlen und deren Umsetzung in eine Vorschubbewegung 3.Kommunikationstechniken für die Steuerung und Automatisierung von Laseranlagen 4.Neuere Entwicklungen für Laserroboter" 5.Spanntechnik für das Laserstrahlschneiden 6.Spanntechnik für das Laserstrahlfügen 7.Sicherheit von Laseranlagen Exkursion zur ERLAS GmbH
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können die Programmierung von Laseranlagen und Führungsverhalten zusammenfassend darstellen. Die Erzeugung von Verfahrbefehlen und deren Umsetzung in eine Vorschubbewegung kann von den Lernenden erklärt und berechnet werden. Die Lernenden sind in der Lage, Kommunikationstechniken für die Steuerung und Automatisierung von Laseranlagen zu unterscheiden und einzuordnen. Sie können neuere Entwicklungen für Laserroboter beschreiben und nach ihrer Eignung für Anwendungsfälle einteilen. Spanntechnik für das Laserstrahlschneiden und Laserstrahlfügen können die Lernenden skizzieren. Maßnahmen zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit von Laseranlagen können die Lernenden erläutern.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (20 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97150	Lasertechnik / Laser Technology Laser technology	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Laser Technology (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Clemens Roider Dr. Kristian Cvecek	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Kristian Cvecek
5	Inhalt	- Physical phenomena applicable in Laser Technology: EM waves, Beam Propagation, Beam Interaction with matter - Fundamentals of Laser Technology: Principals of laser radiation, types and theoretical understanding of various types of lasers - Laser Safety and common applications: Metrology, Laser cutting, Laser welding, Surface treatment, Additive Manufacturing - Introduction to ultra-fast laser technologies - Numerical exercises related to above mentioned topics - Demonstration of laser applications at Institute of Photonic Technologies (LPT) and Bavarian Laser Centre (blz GmbH) - Possible Industrial visit (e.g. Trumpf GmbH, Stuttgart) - Optional: invited lecture about a novel laser application
6	Lernziele und Kompetenzen	The student would know the fundamental principles involved in the development of lasers. will understand the design and functionality of various types of lasers, and be able to comprehend laser specifications. will be able to design and analyse a free space laser beam propagation setup. will gain knowledge about basic optical components used in laser setups such lenses, mirrors, polarizers, etc. would be able to understand the basic interaction phenomena during laser-matter interaction processes. would be able to determine the advantages and disadvantages of using laser process for industrial applications. will know and be able to apply the safety principles while handling laser setups. will be familiar with several most common industrial application of laser for material processing such as cutting, welding, material ablation, additive manufacturing. will be familiar with metrological applications of lasers. will become familiar with and be able to use international (English) professional terminology.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

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

1	Modulbezeichnung 97130	Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics Linear continuum mechanics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zur Linearen Kontinuumsmechanik (2 SWS) Vorlesung: Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (2 SWS) Übung: Übungen zur Linearen Kontinuumsmechanik (2 SWS) Sonstige Lehrveranstaltung: Tutoreneinführung zur Linearen Kontinuumsmechanik (2 SWS)	- - - -
3	Lehrende	Dominic Soldner Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann Emely Schaller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann
5	Inhalt	Grundlagen der geometrisch linearen Kontinuumsmechanik • Geometrisch lineare Kinematik • Spannungen • Bilanzsätze Anwendung auf elastische Problemstellungen • Materialbeschreibung • Variationsprinzip Contents Basic concepts in linear continuum mechanics • Kinematics • Stress tensor • Balance equations Application in elasticity theory • Constitutive equations • Variational formulation
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • beherrschen das Tensorkalkül in kartesischen Koordinaten • verstehen und beherrschen die geometrisch lineare Kontinuumskinematik • verstehen und beherrschen geometrisch lineare Kontinuumsbilanzaussagen • verstehen und beherrschen geometrisch lineare, thermoelastische Kontinuumsstoffgesetze • verstehen und beherrschen den Übergang zur geometrisch linearen FEM The students • master tensor calculus in cartesian coordinates • understand and master geometrically linear continuum kinematics • understand and master geometrically linear continuum balance equations

		• understand and master geometrically linear, thermoelastic material laws • understand and master the transition to geometrically linear FEM		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnisse aus dem Modul "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre" Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.		
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 71301) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5.0 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Prüfungssprache: Deutsch und Englisch Erstablegung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023 <table><tr><td>1. Prüfer:</td><td>Paul Steinmann</td></tr></table>	1. Prüfer:	Paul Steinmann
1. Prüfer:	Paul Steinmann			
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)		
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester		
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch		
16	Literaturhinweise	• Malvern: Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall 1969 • Gurtin: An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press 1981		

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

1	Modulbezeichnung 95068	Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Thomas Altstidl	

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	Inhalt	This is an advanced course with a focus on deep learning (DL) techniques that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers - Extended introduction into fundamental concepts of deep neural networks (DNN) - In-depth review of various optimization techniques for learning neural network parameters - Specification of several regularization techniques for neural networks - Theoretical understanding of application-specific neural network architectures (such as convolutional neural networks (CNN) for images and recurrent neural networks (RNN) for time series)
6	Lernziele und Kompetenzen	After successfully participating in this course, students should be able to - discuss advantages and disadvantages of different optimization techniques - design a suitable and promising neural network architecture and train it on existing data using Python and Keras - choose a suitable regularization technique in case of problems
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h

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

1	Modulbezeichnung 95067	Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Thomas Altstidl Prof. Dr. Nico Hanenkamp Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier	
5	Inhalt	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 • Introduction to Python programming in the field of data science • Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction) • Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN)) • Practical application of these machine learning methods on engineering problems	
6	Lernziele und Kompetenzen	After successfully participating in this course, students should be able to • independently recognize the task domain at hand for new applications • select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties • apply the chosen methodology to the given problem using Python	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester	

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

1	Modulbezeichnung 94540	Maschinenelemente II Machine Elements II	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Konstruktionsübung II (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Maschinenelemente II (4 SWS) Übung: Übungen zu Maschinenelemente II (2 SWS)	- - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Andreas Winkler Dr.-Ing. Marcel Bartz Benedict Rothhammer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartack
5	Inhalt	Elastische Verbindungen • Federn Elemente lagern • Elemente rotatorisch lagern Gleitlager, • Elemente rotatorisch lagern Gasgeschmierte Lager, Magnetlager, • Elemente linear lagern. Fluide führen Elemente dichten • Statische Dichtungen • Dynamische Dichtungen Bewegung anpassen • Antriebssysteme und Antriebsstränge • Getriebe • Stirnzahnräder und Stirnradgetriebe • Umlaufrädergetriebe • Kegelradgetriebe • Schneckengetriebe • Verlustleistung und Getriebewirkungsgrad • Gestaltung von Zahnrädern und Zahnradgetrieben • Hüllgetriebe • Kupplungen • Bremsen Grundlagen der Tribologie Grundlagen der mechatronischer Maschinenelemente
6	Lernziele und Kompetenzen	<u>Fachkompetenz</u> Wissen <i>ME II</i> Die Studierenden erwerben Wissen über • Federn, • die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der verschiedenen Gleitlagerbauarten, • Antriebssysteme, Antriebsstränge und Antriebskomponenten, • 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 Zahnrädern 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 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.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

		Die Studierenden erlernen Verfahren und Methoden zur Einschätzung und Bewertung von Maschinenelementen, einschließlich der Befähigung, Berechnungsansätze und Gestaltungsgrundsätze auch auf andere Maschinenelemente, die nicht explizit im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelt wurden, zu übertragen. <u>Selbstkompetenz</u> <i>KÜ II</i> 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). <u>Sozialkompetenz</u> <i>KÜ II</i> Die Studierenden erarbeiten selbstständig die Ziele der Konstruktionsübung. In der gemeinsamen Diskussion geben Betreuende, Tutorinnen und Tutoren sowie Kommilitoninnen und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten) Praktikumsleistung
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) Praktikumsleistung (0%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 95673	Materialien der Elektronik und Energietechnik Materials in electronics and electrical engineering	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Materialien der Elektronik und der Energietechnologie (5.Sem.) (2 SWS) Vorlesung: Materialien der Elektronik und der Energietechnik (5. Sem.) (2 SWS)	2,5 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann
5	Inhalt	Materialien der Elektronik und Energietechnik und Anwendungen: Metalle, Dielektrika (einschl. Piezo-, Ferro- und Thermo-Elektrika), Halbleiter (anorganisch und organisch), magnetische Materialien und Supraleiter Experimentelle Arbeiten in den Bereichen Eigenschaften und Technologien der Materialien der Elektronik und Energietechnik
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Materialeigenschaften und deren Anwendung. Kennenlernen experimenteller Techniken in den Werkstoffwissenschaften, Verfassen von technischen Berichten, Teamarbeit
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Module B2 und B7 bestanden
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung Klausur Die Vorlesung wird im Format " Flipped Classroom " durchgeführt (synchrone Lerneinheiten im Hörsaal & asynchrone Lerneinheiten über Studon: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_359194) Die (Teil-)Prüfung findet als elektronische Klausur (maximale Punktzahl = 300) statt. Die elektronische Klausur enthält teilweise Multiple Choice Fragen. Es gilt: Jede Antwortmöglichkeit wird bei richtiger Beantwortung mit der zugewiesenen Punktzahl bewertet; falsche Beantwortung geht innerhalb der Frage mit negativen Punkten ein. Es werden alle Punkte der Antwortmöglichkeiten addiert. Es gibt keine Negativpunkte für falsch markierte Aufgaben. Für die Klausur können im Rahmen des Flipped-Classroom Konzeptes 30 Bonuspunkte für die Abschlussklausur erworben werden indem parallel zur Vorlesung das zugehörige eTutorium an der Virtuellen Hochschule Bayern bearbeitet wird.

		eTutorium (Kurs der Virtuellen Hochschule Bayern) https://kurse.vhb.org/VHBPORTAL/kursprogramm/kursprogramm.jsp --> WS xx/xx --> Ingenieurwissenschaften --> Elektrotechnik/Elektronik und Informationstechnik --> Werkstoffkunde für die Elektrotechnik (bitte die Studiengang-Auswahl beachten !)
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (0%) Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Peter Wellmann, Materialien der Elektronik und Energietechnik - Halbleiter, Graphen, Funktionale Materialien, Springer Vieweg 2017, ISBN 978-3-658-14005-2

1	Modulbezeichnung 92347	Mechatronic components and systems (MCS) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronic components and systems (2 SWS) Übung: Mechatronic components and systems (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	System thinking and integration - Interactions of hardware and software - Engineering design methods Mechanical components - Energy conductors and transformers - Control elements and energy storages Actuators - Electrodynamical and electromagnetic actuators - Fluid actuators and unconventional actuators • Sensors for measuring mechanical quantities • Control and information processing
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to: • Holistically understand mechatronic systems and optimize them using methods of system integration, control, and information processing. • Grundlegende mechanische Komponenten unterscheiden, charakterisieren, modellieren und im Rahmen des Systementwurfs auswählen und dimensionieren. • Distinguish, characterize, model, and select basic mechanical components to dimension them in terms of system design. • Describe electrodynamic, electromagnetic, fluid power, and unconventional actuators phenomenologically and mathematically to dimension them considering the overall system. • Describe sensors for measuring mechanical quantities phenomenologically and mathematically and dimension them taking into account the overall system.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker. • Isermann, R. (2007). Mechatronische Systeme: Grundlagen. Springer. • Janocha, H. (Ed.). (2013). Aktoren: Grundlagen und Anwendungen. Springer

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm	
5	Inhalt	Aktuelle Innovationsthemen der Mechatronik am Beispiel Werkzeugmaschine: • Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services • Integrierte, softwarebasierte Sicherheitstechnik • Simulationswerkzeuge zur Optimierung von Entwicklung und Einsatz von Werkzeugmaschinen Mechatronische Systeme im allgemeinen Maschinenbau: Übertragung der Konzepte d. Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen • Druckmaschinen als Beispiel modularer Maschinenkonzepte • Kunststoffmaschinen als Beispiel für kombinierte Bewegungs- und Prozessführung • Mechatronische Systeme in der medizinischen Bildgebung (Exkursion)	
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • elektronische Sicherheitstechnik in mechatronischen Systemen darzustellen und zu erläutern. • mechatronische Systemoptimierung für NC-gesteuerte Werkzeugmaschinen durch steuerungs-basierte Kompensation durchzuführen. • mechatronische Systemoptimierung durch Simulation durchzuführen. • Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services zu erklären. • eine mechatronische Analyse unterschiedlicher Maschinen durchzuführen. • Anforderungen von mechatronischen Systemen zu bestimmen und sie zu entwickeln.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)	

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

1	Modulbezeichnung 97270	Mehrkörperdynamik Multibody dynamics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Mehrkörperdynamik (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Mehrkörperdynamik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Theresa Wenger Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	Inhalt	- Kinematik für Systeme gekoppelter starrer Körper - Dreidimensionale Rotationen - Newton-Euler-Gleichungen des starren Körpers - Bewegungsgleichungen für Systeme gekoppelter Punktmassen/starrer Körper - Parametrisierung in generalisierten Koordinaten und in redundanten Koordinaten - Untermannigfaltigkeiten, Tangential- und Normalraum - Nichtinertialkräfte - Holonome und nicht-holonome Bindungen - Bestimmung der Reaktionsgrößen in Gelenken - Indexproblematik bei numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Bewegungsgleichungen mit Bindungen - Steuerung in Gelenken - Topologie von Mehrkörpersystemen
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden: - kennen das innere, äußere und dyadische Produkt von Vektoren. - kennen die einfache und zweifache Kontraktion von Tensoren. - kennen den Satz von Euler für die Fixpunktdrehung. - kennen mehrere Möglichkeiten, dreidimensionale Rotationen zu parametrisieren (etwa Euler-Winkel, Cardan-Winkel oder Euler-Rodrigues-Parameter). - kennen die Problematik mit Singularitäten bei Verwendung dreier Parameter. - kennen die $SO(3)$ und $so(3)$. - kennen den Zusammenhang zwischen Matrixexponentialfunktion und Drehzeiger. - kennen die Begriffe Untermannigfaltigkeit, Tangential- und Normalraum. - kennen die Begriffe Impuls und Drall eines starren Körpers. - kennen den Aufbau der darstellenden Matrix des Trägheitstensors eines starren Körpers. - kennen den Satz von Huygens-Steiner. - kennen die Begriffe holonom-skleronome und holonom-rheonome Bindungen. - 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.

Analysieren

Die Studierenden:

		• können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) eigenständig durch Integration bestimmen. • können die Auswirkungen der Zentrifugalmomente eines starren Körpers bei der Auslegung von Maschinen qualitativ und quantitativ beurteilen. Erschaffen Die Studierenden: • können Mehrkörpermodelle realer Maschinen mit starren Körpern, Krafterelementen und Gelenken selbstständig aufbauen. • können deren Dynamik durch numerische Simulation analysieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Dynamik starrer Körper
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Schiehlen, Eberhard: Technische Dynamik. Teubner, 2004 • Woernle: Mehrkörpersysteme. Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper. Springer, 2011

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner
5	Inhalt	Modellbildung und Simulation Mechanische und mathematische Grundlagen • Das Prinzip der virtuellen Verschiebungen • Die Methode der gewichteten Residuen Allgemeine Formulierung der FEM • Formfunktionen • Elemente für Stab- und Balkenprobleme • Locking-Effekte • Isoparametrisches Konzept • Scheiben- und Volumenelemente Numerische Umsetzung • Numerische Quadratur • Assemblierung und Einbau von Randbedingungen • Lösen des linearen Gleichungssystems • Lösen des Eigenwertproblems • Zeitschrittintegration
6	Lernziele und Kompetenzen	Wissen • Die Studierenden kennen verschiedene Diskretisierungsverfahren zur Behandlung kontinuierlicher Systeme. • 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. • Die Studierenden kennen die Verschiebungsdifferentialgleichungen für verschiedene Strukturelemente wie Stäbe, Balken, Scheiben und das 3D-Kontinuum. • Die Studierenden kennen die Methode der gewichteten Residuen in verschiedenen Varianten. • Die Studierenden kennen das Prinzip der virtuellen Arbeiten in den verschiedenen Ausprägungen fuer Stäbe, Balken, Scheiben und das 3D-Kontinuum. • Die Studierenden kennen verschiedene Randbedingungstypen und ihre Behandlung im Rahmen der Methode der gewichteten Residuen bzw. des Prinzips der virtuellen Verschiebungen.

		• Die Studierenden kennen die Anforderungen an die Ansatz- und Wichtungsfunktionen und können die gängigen Formfunktionen für verschiedene Elementtypen angeben. • Die Studierenden kennen das isoparametrische Konzept. • Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Quadratur. • Die Studierenden kennen Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme, zur Lösung von Eigenwertproblemen und zur numerischen Zeitschrittintegration. Verstehen • Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der Methode der gewichteten Residuen und dem Prinzip der virtuellen Arbeiten bei mechanischen Problemen. • Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen Schubstarrer und Schubweicher Balkentheorie sowie die daraus resultierenden unterschiedlichen Anforderungen an die Ansatzfunktionen. • Die Studierenden verstehen das Problem der Schubversteifung. • Die Studierenden können das isoparametrische Konzept erläutern, die daraus resultierende Notwendigkeit numerischer Quadraturverfahren zur Integration der Elementmatrizen und das Konzept der zuverlässigen Integration erklären. • Die Studierenden können den Unterschied zwischen Lagrange- und Serendipity-Elementen sowie die jeweiligen Vor- und Nachteile erläutern. Anwenden • Die Studierenden können ein gegebenes Problem geeignet diskretisieren, die notwendigen Indextafeln aufstellen und die Elementmatrizen zu Systemmatrizen assemblieren. • Die Studierenden können die Randbedingungen eintragen und das Gesamtsystem entsprechend partitionieren. • Die Studierenden können polynomiale Formfunktionen vom Lagrange-, Serendipity- und Hermite-Typ konstruieren. • Die Studierenden können für die bekannten Elementtypen die Elementmatrizen auf analytischen bzw. numerischen Weg berechnen. Analysieren • Die Studierenden können für eine gegebene, lineare Differentialgleichung die schwache Form aufstellen, geeignete Formfunktionen auswählen und eine entsprechende Finite-Elemente-Formulierung aufstellen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten) Methode der Finiten Elemente (Prüfungsnummer: 45501) (englischer Titel: Finite Element Methods) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablegung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024
		<table><tr><td>1. Prüfer:</td><td>Kai Willner</td></tr></table>
1. Prüfer:	Kai Willner	
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Knothe, Wessels: Finite Elemente, Berlin:Springer • Hughes: The Finite Element Method, Mineola:Dover

1	Modulbezeichnung 97160	Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren Methodical and computer-aided design	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (3 SWS) Übung: Übungen zu Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (1 SWS)	- -
3	Lehrende	Harald Völkl Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartack	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartack
5	Inhalt	I. Der Konstruktionsbereich • Stellung im Unternehmen • Berufsbild des Konstrukteurs/Produktentwicklers • Engpass Konstruktion • Möglichkeiten der Rationalisierung II. Konstruktionsmethodik • Grundlagen • Allgemein einsetzbare Lösungs- und Beurteilungsmethoden - Werkzeuge • Vorgehensweise im Konstruktionsprozess • Entwickeln von Baureihen- und Baukastensystemen III. Rechnerunterstützung in der Konstruktion • Grundlagen des Rechnereinsatzes in der Konstruktion • Durchgängiger Rechnereinsatz im Konstruktionsprozess • Datenaustausch • Konstruktionssystem [mfk] • Einführung von CAD-Systemen und Systemwechsel • Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen IV. Neue Denk- und Organisationsformen • Integrierte Produktentwicklung
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen 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: • Wissen über intuitive sowie diskursive Kreativitätstechniken: Brainstorming, Methode 6-3-5, Delphi-Methode oder Konstruktionskataloge • Wissen über Entwicklungsmethoden: Reverse Engineering, Patentrecherche, Bionik, Innovationsmethoden (z. B. TRIZ) • Wissen über methodische Bewertungsmethoden: Technisch-Wirtschaftliche Bewertung, Nutzwertanalyse, Wertanalyse

- Wissen über Vorgehensmodelle: z. B.: Vorgehen nach Pahl/Beitz, VDI 2221, VDI 2206
- 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: Defeathering (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 können Methoden zur Bewertung und Entscheidung bei der Produktentwicklung anwenden. Sie unterscheiden zwischen verschiedenen CAE-Methoden und stellen diese einander gegenüber.

Evaluierten (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 innovativer Produkte zu nutzen. Darüber hinaus werden spezielle Innovationsmethoden gelehrt, die die Entwicklung neuartiger Produkt unterstützen. <u>Lern- bzw. Methodenkompetenz</u> 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. <u>Selbstkompetenz</u> 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. <u>Sozialkompetenz</u> 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	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Pahl/Beitz: *Konstruktionslehre*, Springer Verlag, Berlin.

1	Modulbezeichnung 380151	MIDFLEX - Molded Interconnect Devices und flexible Schaltungsträger no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: MIDFLEX - Molded Interconnect Devices und flexible Schaltungsträger (vhb) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Alexander Hensel	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	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. Themengebiete: • Einführung: Alternative Substratmaterialien und Innovationstreiber • Alternative Verbindungstechnologie: Einpressen • MID-Herstellungsverfahren • Aufbau- und Verbindungstechnik für thermoplastische Schaltungsträger • Leitleben in der Elektronikproduktion • Hochtemperaturthermoplaste: HT MID • MID-CAD • Lösbare Verbindungen und Kontaktierungen • Flip Chip auf MID und flexiblen Schaltungsträgern • Qualitätssicherung für MID- und Flex-Baugruppen • Reel-to-Reel
6	Lernziele und Kompetenzen	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. Dazu gehört der Erwerb von Kompetenzen in den oben dargestellten Themengebieten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel

11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Vorlesungsskriptum auf www.studon.uni-erlangen.de

1	Modulbezeichnung 44260	Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements Nonlinear finite elements	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Nichtlineare Finite Elemente (2 SWS) Vorlesung: Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dominic Soldner PD Dr. Julia Mergheim	

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

		einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.		
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten) Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (Prüfungsnummer: 42601) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 5.0 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablegung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023, 2. Wdh.: keine Wiederholung <table><tr><td>1. Prüfer:</td><td>Julia Mergheim</td></tr></table>	1. Prüfer:	Julia Mergheim
1. Prüfer:	Julia Mergheim			
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)		
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester		
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch		
16	Literaturhinweise	• Wriggers: Nichtlineare Finite Element Methoden, Springer 2001 • Crisfield: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Wiley, 2003		

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

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

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnisse aus den Modulen "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre" und "Lineare Kontinuumsmechanik" Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.		
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Sprache der Prüfung: Deutsch und Englisch Language of examination: German and English Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 72601) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablingung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024 <table><tr><td></td><td></td></tr></table> Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 342006) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablingung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024		
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)		
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester		
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Betten: Kontinuumsmechanik, Berlin:Springer 1993 • Altenbach, Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Stuttgart:Teubner 1994

1	Modulbezeichnung 97265	Numerische und experimentelle Modalanalyse Numerical and experimental modal analysis	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Numerischen und Experimentellen Modalanalyse (2 SWS) Vorlesung: Numerische und Experimentelle Modalanalyse (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Özge Akar Prof. Dr.-Ing. Kai Willner	

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

- Die Studierenden können die Probleme bei der numerischen Dämpfungsmodellierung erläutern.
- Die Studierenden können die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Massenmodellierungen erklären sowie den Einfluss auf die Eigenwerte bei verschiedenen Elementtypen erläutern.
- Die Studierenden verstehen das Shannonsche Abtasttheorem und können damit den Einfluss von Abtastauflösung und Abtastlänge auf das Ergebnis der diskreten Fouriertransformation erläutern.
- Die Studierenden können die Probleme des Aliasing und des Leakage erklären und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduktion dieser Fehler erläutern.
- Die Studierenden verstehen den Einfluß verschiedener Lagerungs- und Anregungsarten der zu untersuchenden Struktur auf das Messergebnis.
- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang der verschiedenen Übertragungsfrequenzgänge und können diesen zum Beispiel anhand der Nyquist-Diagramme erklären.

Anwenden

- Die Studierenden können das Verfahren der simultanen Vektoriteration zur Bestimmung von Eigenwerten und -vektoren implementieren.
- Die Studierenden können verschiedene Zeitschrittintegrationsverfahren implementieren.
- Die Studierenden können eine Signalanalyse im Frequenzbereich mit Hilfe kommerzieller Programme durchführen.
- Die Studierenden können verschiedene Übertragungsfrequenzgänge ermitteln und daraus die modalen Parameter bestimmen.

Analysieren

- Die Studierenden können eine geeignete Dämpfungs- und Massenmodellierung für die numerische Modalanalyse auswählen.
- Die Studierenden können ein problemangepasstes Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems auswählen.
- Die Studierenden können ein problemangepasstes Zeitschrittintegrationsverfahren auswählen.
- Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe einen Versuchsaufbau mit geeigneter Lagerung und Anregung der Struktur konzipieren.
- Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe eine passende Abtastrate und -dauer sowie entsprechende Filter bzw. Fensterfunktionen wählen.
- Die Studierenden können ein geeignetes Dämpfungsmodell zur Bestimmung der modalen Dämpfungen auswählen.

Evaluieren (Beurteilen)

		• Die Studierenden können eine numerische Eigenwertlösung anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Dämpfungs- und Massenmodellierung kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen. • Die Studierenden können eine numerische Lösung im Zeitbereich anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Zeitschrittweite etc. kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen. • Die Studierenden können das Ergebnis einer Fourier-Signalanalyse kritisch beurteilen, eventuelle Fehler bei der Messung erkennen und sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung aufzeigen. • Die Studierenden können die experimentell ermittelten modalen Parameter anhand verschiedener Kriterien wie zum Beispiel MAC-Werte beurteilen. • Die Studierenden können die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Modalanalyse anhand von Linearitätstests überprüfen und beurteilen. • Die Studierenden können die Ergebnisse einer numerischen und experimentellen Modalanalyse kritisch vergleichen, qualifizierte Aussagen über die jeweilige Modellgüte machen und gegebenenfalls Vorschläge zur Verbesserung machen.		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnisse aus dem Modul "Technische Schwinungslehre (TSL)" Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis		
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten) Numerische und experimentelle Modalanalyse (Prüfungsnummer: 72651) (englischer Titel: Numerical and Experimental Modal Analysis) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 5.0 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablingung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023, 2. Wdh.: keine Wiederholung <table><tr><td>1. Prüfer:</td><td>Kai Willner</td></tr></table>	1. Prüfer:	Kai Willner
1. Prüfer:	Kai Willner			

11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Bode, H.: Matlab-Simulink: Analyse und Simulation dynamischer Systeme. Stuttgart, Teubner, 2006 • Bathe, K.; Finite-Elemente-Methoden. Berlin, Springer, 2001 • Ewins, D.J.: Modal Testing. Research Studies Press, 2000

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Johann Jäger
5	Inhalt	Das Modul behandelt unterschiedliche Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze zur Energieübertragung und -verteilung. Es werden sowohl öffentliche Netze der Energieversorgungsunternehmen als auch Industrienetze betrachtet. Zu den Aufgaben gehört unter anderem die Erstellung von möglichst genauen Lastprognosen, die Auswahl geeigneter Netzstrukturen, Sternpunktbehandlung und die Koordination des Netzschutzes. Dazu werden sowohl die physikalischen als auch die technischen Kriterien so wie die entsprechenden Kenngrößen und Berechnungsverfahren besprochen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • kennen die unterschiedlichen Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze, • verstehen die Unterschiede zwischen öffentlichen Energieversorgungsnetzen und Industrienetzen, • analysieren die grundlegenden Strukturen von Netzen, • verstehen die Methoden der Sternpunktbehandlung, • verstehen die Koordination des Netzschutzes, • analysieren detaillierte Lastprognosen und erstellen dafür einen Einsatzplan von Erzeugungseinheiten und • wenden Berechnungsverfahren im Hinblick auf die Planung von elektrischen Netzen an.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 42919	Power electronics for decentral energy systems no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS) Übung: Exercises on Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Thomas Eberle Prof. Dr. Martin März Melanie Lavery Raffael Schwanninger	

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

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

		• kennen die Grundsaltungen der verschiedenen leistungselektronischen Wandler in einem Gleichspannungsnetz (DC/DC- und AC/DC-Wandler) • analysieren die Schaltungsoptionen bezüglich ihrer Vor- und Nachteile • verstehen die Lichtbogenproblematik • kennen Lösungen zur Realisierung von gleichspannungstauglichen Steckern, Schaltern und Schutzgeräten • kennen Verfahren zur Regelung lokaler Gleichspannungsnetze • können Schaltwandler und Netze bezüglich ihres dynamischen Verhaltens modellieren • kennen Verfahren zur Impedanzmessung in Netzen unter Last" • können Stabilitätsbetrachtungen an Gleichspannungsnetzen durchführen • kennen moderne Gerätestromversorgungslösungen mit Schutzkleinspannung
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Fundamentals of Electrical Engineering I-III, Power Electronics • Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel Klausur, 90 min bzw. mündlich, 30min
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%) 100%
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Lecture Notes • "Power Electronics for Distributed Power Supply - DC Networks" • Skript zur Vorlesung • "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze"

1	Modulbezeichnung 96940	Praktische Einführung in Machine Learning no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Praktische Einführung in Machine Learning (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Hubert Würschinger	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	Inhalt	Folgende Themengebiete werden unter anderem behandelt: - Grundlagen Machine Learning - Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung - Vorgehensweise bei Machine Learning Projekten - Praktische Einführung in die Programmiersprache Python mit Jupyter Notebook/Google Colab - Praktische Übung zur Anwendung traditioneller Machine Learning Methoden - Kurze Einführung in Neuronale Netze
6	Lernziele und Kompetenzen	Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden lernen die ersten Grundlagen und Begrifflichkeiten zum Thema Machine Learning kennen und im Kontext Künstliche Intelligenz einzuordnen. Der Ablauf und die Durchführung von Machine Learning Projekten werden an praktischen Beispielen aufgezeigt und deren Potenziale und Herausforderungen diskutiert. Für die eigene Umsetzung im Rahmen der Seminararbeiten erfolgt die Einführung in die Programmiersprache Python mit der Erläuterung relevanter Bibliotheken. Die Kenntnisse werden durch die eigenständige Bearbeitung einer Aufgabenstellung aus den Bereichen Audioanalyse zur Überwachung von Maschinen und Prozessen vertieft.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundkenntnisse Python Programmierung
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 22 h Eigenstudium: 53 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 96915	Produktionsprozesse der Zerspanung Production processes in machining	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Produktionsprozesse der Zerspanung - Übung (2 SWS) Vorlesung: Produktionsprozesse der Zerspanung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Trixi Meier Daniel Gross Prof. Dr. Nico Hanenkamp	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Hanenkamp	
5	Inhalt	Die Vorlesung 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. Eine zusätzlich angebotene Übung dient zur Vertiefung und Anwendung des Vorlesungsinhalts. Das erlernte Wissen soll durch die Erstellung eines Fertigungskonzepts für ein bestimmtes Produkt angewendet werden.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen - Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse zu den Fertigungsprozessen nach DIN 8589 - Die Studierenden erwerben Kenntnisse über werkstoffwissenschaftliche Aspekte und Werkstoffeigenschaften sowie Werkstoffverhalten vor und nach den jeweiligen Bearbeitungsprozessen - Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozessführung sowie spezifische Eigenschaften der Produktionsverfahren - Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Prozessverständnis hinsichtlich der wirkenden Mechanismen - Die Studierenden erhalten grundlegende Kenntnisse im Bereich der Produktentwicklung und Produktauslegung (Verfahrensmöglichkeiten, Verfahrensgrenzen, Designeinschränkungen, etc.) Verstehen - Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Prinzipien von Fertigungsprozessen und der Systemauslegung zu verstehen - Die Studierenden können die Zerspanungsprozesse unterscheiden. Anwenden	

		◦ Die Studierenden können die verschiedenen Fertigungsverfahren erkennen und normgerecht differenzieren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97122	Produktionsprozesse in der Elektronik Production processes in electronics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Produktionsprozesse in der Elektronik (2 SWS) Übung: Übung zu Produktionsprozesse in der Elektronik (2 SWS)	- 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	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	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • lernen die wesentlichen Prozessschritte zur Herstellung elektronischer Baugruppen (von der Leiterplatte bis zum fertigen Produkt) intensiv kennen. • können mit diesem Wissen Konzepte für effiziente Fertigungsketten der Elektronikproduktion unter Berücksichtigung technologischer sowie produktionstechnischer Aspekte ableiten. • 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.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Gleichnamiges Vorlesungsskript • Franke, Jörg (2013): Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID). Werkstoffe, Herstellung, Montage und Anwendungen für spritzgegossene Schaltungsträger. München: Hanser. Online verfügbar unter http://www.hanser-elibrary.com/action/showBook?doi=10.3139/9783446437784. • Härter, Stefan (2020): Qualifizierung des Montageprozesses hochminiaturisierter elektronischer Bauelemente. FAU University Press. • Kästle, Christopher (2019): Qualifizierung der Kupfer-Drahtbondtechnologie für integrierte Leistungsmodule in harschen Umgebungsbedingungen. Doctoralthesis. FAU University Press. Online verfügbar unter https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/docId/10812. • Kuhn, Thomas (2020): Qualität und Zuverlässigkeit laserdirektstrukturierter mechatronisch integrierter Baugruppen (LDS-MID). FAU University Press.

1	Modulbezeichnung 97101	Produktionssystematik Production systems	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Produktionssystematik (2 SWS) Vorlesung: Produktionssystematik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl Eva Russwurm Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Das Modul Produktionssystematik thematisiert die gesamte Bandbreite der technischen Betriebsführung von der Planung, Organisation und technischen Auftragsabwicklung bis hin zu Fragen des Management und der Personalführung, Entlohnung sowie Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung. Im Rahmen dieses Moduls findet eine Vorlesung und eine Übung statt.
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach einem Besuch der Vorlesung Produktionssystematik sollen die Studierenden in der Lage sein: • Ziele, Strategien, Vision und Mission der Unternehmen beurteilen zu können; • sich in der Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmen zurecht zu finden; • die Inhalte der wesentlichen Kernprozesse produzierender Unternehmen zu kennen; • die technische und administrative Auftragsabwicklung nachzuvollziehen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97248	Prozess- und Temperaturmesstechnik Process and temperature metrology	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Prozess- und Temperaturmesstechnik (2 SWS) Übung: Prozess- und Temperaturmesstechnik - Übung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

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

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

		- Die Studierenden können Messergebnissen und der zugrundeliegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren. - Die Studierenden verstehen die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen. Anwenden - Die Studierenden können Messaufgaben in den genannten Bereichen analysieren und beurteilen. - Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik bewerten. - Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik eigenständig auswählen. Analysieren - Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben übertragen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Der Besuch der Grundlagen-Vorlesungen [Grundlagen der Messtechnik] (GMT) wird empfohlen.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	- Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5 - Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 ISBN 3-540-62672-7 - Freudenberger, Adalbert: Prozeßmeßtechnik. Vogel Buchverlag, 2000 ISBN 978-3802317538 - Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3

	• DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010

Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik

- [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	*Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung [QM I]* • Einführung und Begriffe • Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements • Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements • Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD) • Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA) • Versuchsmethodik • Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten • Zuverlässigkeitstechniken • Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung • Grundwerkzeuge des QM (Einsendeaufgabe) • QFD und FMEA (Einsendeaufgabe) • Versuchsmethodik (Einsendeaufgabe) • SPC (Einsendeaufgabe) *Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement [QM II]* • Qualitätsmanagementsystem - Auditierung und Zertifizierung • Total Quality Management und EFQM-Modell • Ausbildung und Motivation • Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking • Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel • Qualitätsbewertung • Qualität und Wirtschaftlichkeit • Six Sigma • Qualitätsmanagement bei Medizinprodukten • Qualitätsbewertung (Übung) • Qualitätsbezogene und Wirtschaftlichkeit (Übung)
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach dem Besuch des Moduls sind die Teilnehmenden in der Lage, Wissen: • ◦ die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen ◦ die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben ◦ Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen

		◦ Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen ◦ die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen ◦ Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben ◦ Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen ◦ die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren ◦ die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen ◦ mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren ◦ statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren ◦ Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln ◦ statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen ◦ die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A - Z, Carl Hanser Verlag, München 2011

	• Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Masing Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, München 2021

1	Modulbezeichnung 97325	Qualitymanagement 2	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Qualitymanagement 2 (SWS)	-
3	Lehrende		

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	Quality management system - auditing and certification • Total Quality Management and EFQM Model • Training and motivation • Continuous improvement programs and benchmarking • Problem solving techniques and quality circles • Quality assessment • Quality and Cost-Effectiveness • Six Sigma • Quality management for medical devices • Quality Assessment • Quality-Related Costs and Cost-Effectiveness
6	Lernziele und Kompetenzen	Knowledge: • Reflect motivation, objectives, principles and strategies of process-oriented quality management. Understand: • Illustrate knowledge of quality management as a cross-company and cross-product lifecycle strategy. • Illustrate requirements, structure, implementation, and auditing and certification of quality management systems Apply: • Execute business excellence using Total Quality Management (TQM), business assessment models such as EFQM, and continuous improvement processes in the enterprise. • Demonstrate the cost effectiveness of quality improvement activities • Describe the Six Sigma methodology and relate it to the quality improvement context Analyze: • Identify bases for action with respect to training, motivation, and organizational improvement Evaluate: • Evaluate quality using established procedures.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Language of the examination is english

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	*Grundlagen:* Grundbegriffe (Größe, Größenwert, Messgröße, Maßeinheit, Messprinzip, Messung, Messkette, Messsignal, Informationsparameter, analoges und digitales Signal) Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethode, Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Zeit- und Wertdiskretisierung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich Signal, Messsignal, Klassifizierung von Signalen (Informationsparameter) Signalbeschreibung, Fourierreihen und Fouriertransformation Fourieranalyse DFT und FFT (praktische Realisierung) Aliasing und Shannon's-Abtasttheorem Übertragungsverhalten (Antwortfunktionen, Frequenzgang, Übertragungsfunktion) Laplace-Transformation, Digitalisierungskette, Z-Transformation und Wavelet-Transformation *Verarbeitung und Übertragung analoger Signale:* Messverstärker, Operationsverstärker (idealer und realer, Rückkopplung) Kenngrößen von Operationsverstärkern Frequenzabhängige Verstärkung von Operationsverstärkern Operationsverstärkertypen Rückkopplung und 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 Demodulatoren Multiplexer und Demultiplexer Abtast-Halte-Glied *A/D- und D/A-Umsetzer:* Digitale und analoge Signale Digitalisierungskette A/D-Umsetzer (Nachlauf ADU, Wägeverfahren, Rampen-A/D-Umsetzer, Dual Slope-Verfahren, Charge-Balancing-A/D-Umsetzverfahren, Parallel-A/D-Umsetzer, Kaskaden-A/D-Umsetzverfahren, Pipeline-A/D-Umsetzer, Delta-Sigma-A/D-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer, Einsatzbereiche, Kennwerte, Abweichungen, Signal-Rausch-Verhältnis) Digital-Analog-Umsetzungskette D/A-Umsetzer (Direkt bzw. Parallelumsetzer, Wägeumsetzer, Zählverfahren, Pulsweitenmodulation, Delta-Sigma-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer) *Verarbeitung digitaler Signale:* digitale Codes Schaltnetze (Kombinatorische Schaltungslogik) Schaltalgebra und logische Grundverknüpfungen Schaltwerke (Sequentielle Schaltnetze)

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

realization) Aliasing and Shannon's sampling theorem Transfer behaviour (response functions, frequency response, transfer function) Laplace transform, digitisation chain, Z-transform and wavelet transform

***Processing and transmission of analogue signals:** Measuring amplifiers, operational amplifiers (ideal and real, feedback) Characteristics of operational amplifiers Frequency-dependent gain of operational amplifiers Operational amplifier types Feedback and basic circuits (comparator, inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, current-voltage converter, differential amplifier, integrator, differentiator, inverting adder, subtractor, logarithmic, exponential function generators, instrumentation amplifier) OPV with differential output Analogue filter (low pass filter, high pass filter, band pass filter, band elimination filter, Bodeplot, phase shifting, active analogue filters) Measurement signal transmission (standard signals, connection variants) Voltage-frequency converters Galvanic isolation and optical transmission modulators and demodulators multiplexers and demultiplexers sample-and-hold amplifier

***A/D and D/A converter:** Digital and analogue signals Digitisation chain A/D converter (follow-up ADC, weighing method, ramp A/D converter, dual slope method, charge-balancing ADC, parallel ADC, cascade ADC, pipeline A/D converter, the delta-sigma A/D converter / 1-bit to N-bit converter, application, characteristics, deviations, signal-to-noise ratio) Digital-to-analogue conversion chain D/A converter (direct or parallel converters, weighing method, counting method, pulse width modulation, delta-sigma converter / 1-bit to N-bit converter)

***Digital signal processing:** Digital codes Switching networks (combinatorial circuit logic) Boolean algebra and basic logic operations Sequential circuit (sequential switching networks) Storage elements (flip-flops, sequential basic circuits), semiconductor memory (static and dynamic, FIFO) Application Specific Integrated Circuits (ASICs) The programmable logic device (PLD, programmability, benefits, applications, programming) computer types

***Data bus systems:** Bus systems (master, slave, arbiter, routing, repeater) Arbitration Topologies (physical and logical topology, characteristics, point-to-point topology, mesh network, star topology, ring topology, bus topology, tree topology, cell topology) Transmission media (multi-wire cable, coaxial cable, fibre optic cable) ISO OSI reference model Physical interface standards (RS-232C, RS-422, RS-485) Fieldbus systems, GPIB (IEC-625 bus) , Measuring device buses

***USB Universal Serial Bus:** Bus structure Connection of the devices, transceiver, speed detection, signal coding Transfer types (control transfer, bulk transfer, isochronous transfer, interrupt transfer, data transfer with packages) Frames and micro-frames, speeds, speed conversion with hubs Descriptors and software Layer development tools Compliance test USB 3.0

***Digital filters:** Analogue filter Properties and characterization of digital filters Digital Filter (implementation, topologies, IIR filters and FIR filters) and forms Measurement value decimator, digital averaging filter,

		Gaussian filter Window functions, Gibbs phenomenon Realisation with MATLAB Advantages and disadvantages of digital filters *Data analysis:* Absolute, relative, random and systematic errors, handling of measurement errors, calibration Correlation analysis Characteristic curve deviations and methods for their determination Regression analysis Characteristic curve correction Approximation, interpolation, extrapolation Kinds of characteristic curve correction Measurement precision, measurement accuracy, measurement trueness, error propagation law (old concept), uncertainty and their estimation Procedure for determining the uncertainty, Monte Carlo method *Circuit and PCB design:* Printed circuit boards (PCB) PCB material PCB types Vias PCB design and deconcentration Software PCB production
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen - Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben. - Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen Verstehen Die Studierenden können Konzepte zur Sensorintegration und Datenfusion beschreiben Evaluiieren (Beurteilen) - Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

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

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

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

		Frequenzbereichsmethoden der Regelungstechnik selbständig erschließen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Systemtheorie linearer zeitkontinuierlicher Systeme (inkl. Laplace-Transformation)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, 12. Auflage, VDE-Verlag, 2016 • M. Horn, N. Dourdoumas. Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004 • W. Leonhard. Einführung in die Regelungstechnik, 4. Auflage, Vieweg, 1987 • J. Lunze. Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 12. Auflage, Springer, 2020 • R. Unbehauen. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, 2002 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1 und 2, Springer, 1995

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

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

		• beobachterbasierte Zustandsregelungen durch Eigenwertvorgabe entwerfen. • die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987 • O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994 • H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004 • T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995 • D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979 • J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020 • L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974 • W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

1	Modulbezeichnung 96390	Regenerative Energiesysteme Renewable energy systems	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Johann Jäger	
5	Inhalt	Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit der Nutzung regenerativer Primärenergiequellen zur Umwandlung in mechanische und elektrische Energie. Das physikalische Verständnis für die Primärenergieträger Wasser, Wind, Biomasse, direkte Sonnenenergie und Erdwärme und deren Umwandlungsprozesse in elektrische Energie stehen dabei im Vordergrund. Dazu werden auch die Möglichkeiten und Wege zur Erhöhung der Prozesswirkungsgrade so wie deren technischen Potentiale in der elektrischen Energieversorgung aufgezeigt. Weiterhin werden die Randbedingungen beim Betrieb von regenerativen Energiesystemen im elektrischen Energieversorgungsnetz besprochen.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • kennen die Arten regenerativer Energiesysteme, • kennen die aktuellen Entwicklungen in der elektrischen Energieversorgung, • verstehen die physikalischen und technischen Zusammenhänge bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme, • verstehen die Herausforderungen bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme, • analysieren das Betriebsverhalten regenerativer Energiesysteme und • verstehen die Problematik der Integration regenerativer Energiesysteme in bestehende Systeme.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	

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

1	Modulbezeichnung 96905	Ressourceneffiziente Produktionssysteme Resource-efficient production systems	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Ressourceneffiziente Produktionssysteme (2 SWS) Übung: Ressourceneffiziente Produktionssysteme - Übung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nico Hanenkamp Jan Selzam	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	Inhalt	• Energieerzeuger und Energieverbraucher in der Produktion • Stoff- und Energiestrommodellierung • Energiemanagement in der Produktion • Energiedatenerfassung • Informationstechnik zur Ressourceneffizienz • Materialeffizienz und Abfallmanagement • Produktbilanzierung • Planung von Produktionsanlagen • Fabrikplanung • Technische Gebäudeausrüstung • Führungsinstrumente für das Ressourcenmanagement
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studenten/Studentinnen • kennen die Energieträger innerhalb der Fertigung • kennen Energieerzeuger, Wandler und Verbraucher • kennen die Gestaltungsrichtlinien eines Energiewertstroms • kennen die DIN EN ISO 50001 zum Energiemanagement • kennen die bedeutendsten Maschinenelemente zur Steigerung der Ressourceneffizienz von Produktionsanlagen • kennen ressourceneffiziente Komponenten zur Gebäudeausrüstung Verstehen Die Studenten/Studentinnen • verstehen die Anwendung von Sankey Diagrammen • verstehen die Ökobilanz und Carbon Footprint • verstehen die Messtechnik zur Ermittlung von Energiedaten • verstehen das Management von Energiedaten innerhalb der Automatisierungspyramide • verstehen die Bedeutung der Materialeffizienz • verstehen die Ökodesign-Richtlinie der EU • verstehen die Vorgehensweise zur ressourceneffizienten Planung einer Fabrik • verstehen Führungsinstrumente für das Ressourcenmanagement Anwenden Die Studenten/Studentinnen • können einen Energiewertstrom aufnehmen

		• können die richtigen Messmittel zur Aufnahme von Energiedaten auswählen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Neugebauer R. Handbuch Ressourcenorientierte Produktion; 2014 Carl Hanser Verlag München Wien • Hopf H. Methodik zur Fabriksystemmodellierung im Kontext von Energie- und Ressourceneffizienz; 2016 Springer Fachmedien Wiesbaden • Grundig C. Fabrikplanung Planungssystematik- Methoden-Anwendungen; 2015 Carl Hanser Verlag München

1	Modulbezeichnung 92535	Robotics 2 no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robotics 2 (2 SWS) Übung: Robotics 2 - Exercises (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz Julian Kißkalt	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	Inhalt	This lecture introduces advanced methods of robotics with a focus on manipulator control. The course covers the following topics: • Dynamics: Euler-Lagrange formulation, recursive Newton-Euler algorithm, extensions of the dynamical model • Nonlinear control: Lyapunov stability, gravity compensation, inverse dynamics, adaptive control, task space control • Motion planning: Time-optimal trajectory generation, collision checking, configuration space, local path planning, global path planning • Mobile robots: Basics of control and planning
6	Lernziele und Kompetenzen	The students are able to • derive the dynamical model of a robotic manipulator • design and implement nonlinear methods for robot motion and force control • plan collision-free motions for robots in known environments
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Basics of advanced mathematics • Basics of control theory • Basics of robotics
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur Written exam, 90 minutes
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005.

	• B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009. • J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018. • S. LaValle: Planning algorithms, Cambridge University Press, 2006.

1	Modulbezeichnung 92348	Robotik 1 (Regelungstechnische Grundlagen) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Robotics 1 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	Inhalt	In der Vorlesung werden die regelungstechnischen Grundlagen der Robotik vermittelt. Der Inhalt umfasst die Teile • Modellierung: Koordinatensysteme und -transformationen, Parametrierung von Rotationen, direkte und inverse Kinematik, Jacobi-Matrix und Singularitäten • Trajektorienplanung: Polynomiale und Trapezförmige Trajektorien, Trajektorien mit Zwischenpunkten, Trajektorien im kartesischen Raum • Regelung: Aktordynamik, lineare dezentrale Regelung, Grundlagen der Kraftregelung
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • die Kinematik von Robotern mathematisch beschreiben und analysieren • Trajektorien für die Bewegung von Robotern planen • Lineare Verfahren zur Regelung von Robotern klassifizieren und anwenden
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Grundkenntnisse der höheren Mathematik • Grundkenntnisse der Regelungstechnik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005. • B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009.

	• J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018.

1	Modulbezeichnung 92359	Robot mechanisms and user interfaces no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robot mechanisms and user interfaces (2 SWS) Übung: Robot mechanisms and user interfaces (UE) (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev
5	Inhalt	Mechanical components, short overview/repetition of machine elements, Robot mechanisms, Kinematic parameters and calculations, Evaluation metrics and design methods, Redundant mechanisms and actuation, Human-robot interfaces, Intend detection (sensing) and haptic stimulation (actuators), Interface system design and evaluation, Mechanical and cognitive user models A flip-the-classroom seminar with student presentations and discussion is part of the lecture. The laboratory exercise will be a mini design project in which student groups create their own low-budget haptic human-machine interfaces.
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to: Understand robot mechanisms and apply kinematic calculations for their design and control, Exploit redundancy in kinematic chains and actuation systems, Know components of human-machine interfaces and be able to design such systematically, Know approaches to model human characteristics and behavior for human-machine interface design.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Studienleistung
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) Studienleistung (0%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	• Einführung in die Sensorik • Wandlerprinzipien • Sensor-Parameter • Sensor-Technologien • Messung mechanischer Größen • Chemo- und Biosensoren
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • geben die Grundbegriffe und -strukturen der Sensorik und Aktorik wieder • klassifizieren Sensoren anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte • beschreiben, skizzieren und vergleichen die behandelten Wandlerprinzipien und Technologien zur Herstellung von Sensoren • kennen die behandelten Sensor-Parameter und beurteilen Sensoren anhand dieser • beschreiben und charakterisieren die behandelten Sensoren zur Messung mechanischer Größen • analysieren Elemente der Sensor- und Aktortechnik sowie Schaltungen zur Weiterverarbeitung und Auswertung von Messgrößen • zeigen mögliche Fehlerquellen der Sensorik auf und arbeiten Strategien zur Minimierung der Fehler aus
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)

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

1	Modulbezeichnung 94531	Softwareentwicklung für Ingenieure no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Softwareentwicklung für Ingenieure (vhb) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Simon Dengler Jochen Bauer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Die virtuelle Vorlesung "Softwareentwicklung für Ingenieure" vermittelt grundlegende Kompetenzen der Java-Programmierung: • Java-Bestandteile, Operatoren, Schleifen, Kontrollstrukturen • Java-AOIs • Methodenkapselung • Objektorientierung, Klassendesign • Best Practices, Entwurfsmuster • Mengen, Listen, Generics • Exceptions, Assertions • Nebenläufigkeit • Dateioperationen • Datenbankinteraktion Darüber hinaus werden die erlangten Kenntnisse in zwei Softwareprojekten zum Einsatz gebracht. Zum einen in einem Beispielprojekt zu Sensor- und Aktorzugriff, zum anderen in einem vom Studierenden selbst wählbaren Open-Source-Projekt (wie bspw. OpenHab), zu welchem Code beigetragen werden soll. Die Projekte vermitteln den Studierenden alle notwendigen Kompetenzen zur eigenständigen Umsetzung eines Softwareprojekts. Dies beinhaltet die Methodenkompetenz aus objektorientierter Analyse, dem zugehörigen Entwurf und der folgenden Implementierung. Als Programmierumgebung findet Android Studio Anwendung und als Programmiersprache wird Java eingesetzt.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: • erwerben grundlegende Java-Kenntnisse • lernen eigenständig objektorientierte Problemstellungen als Softwaresystem umsetzen zu können • sammeln Projekt-Erfahrung im Entwicklungsteam • lernen den Umgang mit aktuellen IDEs und Tools (Git, Jenkins, JUnit, Android-Studio)
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kompetenzen der Programmierung auf dem Level der Vorlesung "Grundlagen der Informatik".
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

1	Modulbezeichnung 96110	Systemlösungen für die Energiewende Systemic aspects of a sustainable energy transformation	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Systemlösungen für die Energiewende (0 SWS) Vorlesung: Systemlösungen für die Energiewende (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Simon Resch Dr. Hans-Christoph Maurer	

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

		• erkennen die Herausforderungen zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit in einem von erneuerbaren Energien dominierten Erzeugungssystem sowie denkbare Lösungsansätze; • kennen die Mechanismen zur Koordination von Energiemarkt und Netzinfrastruktur wie Netzausbau und Engpassmanagement; • verstehen den Bedarf zur Flexibilisierung des Energieversorgungssystems sowie diesbezügliche Potenziale und Hemmnisse; • beschreiben mögliche Strategien zur Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr u. a. über die verstärkte Nutzung von Strom als Energieträger und • entwickeln somit im Laufe der Vorlesung ein Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Teilen des Energieversorgungssystems, das eine aktive und informierte Teilnahme an laufenden energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Debatten ermöglicht.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Alle gezeigten Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt. Nachfolgende Literaturhinweise dienen der eigenständigen Vertiefung: • T. Cowen, A. Tabarrok; Modern Principles of Economics; Third Edition; Worth Publishers, New York, 2015 (insbesondere für Studierende ohne wirtschaftswissenschaftlichen Hintergrund) • G. Erdmann, P. Zweifel; Energieökonomik; Theorie und Anwendungen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. • D. S. Kirschen, G. Strbac; Fundamentals of Power System Economics; Second Edition; Wiley, 2018.

1	Modulbezeichnung 94940	Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (vhb) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Felix Funk Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

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

		• Sie haben einen Überblick gewonnen, wie die Geräteklassen zur Realisierung ganzheitlicher Anwendungsszenarien verknüpft werden können • Sie kennen die grundlegenden Begriffe aus dem Innovationsmanagement und der Innovationsforschung • Der Begriff Akzeptanz ist Ihnen in seinen unterschiedlichen Dimensionen bekannt
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97110	Technische Produktgestaltung Technical product design	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Technische Produktgestaltung (4 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Stefan Götz Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartack	

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

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

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

Verstehen

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

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

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

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

Anwenden

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

- Erstellung der fertigungsgerechten und montagegerechten Tolerierung von Bauteilen. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Bestimmen der zugrundeliegenden Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte; Bestimmen des Tolerierungsgrundsatzes. Integration von, durch Normen definierte Toleranz- und Passungsvorgaben in bestehende Tolerierungen; Zusammenfassen kombinierbarer Form- und Lagetoleranzen zu Zeichnungsvereinfachung; Festlegung der Größen der Toleranzzonen aller vergebenen Toleranzen.
- Optimierung der Tolerierung anhand der statistischen Toleranzanalyse. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Erkennen und Ableiten der analytischen Schließmaßgleichungen; Definition der zugrundeliegenden Toleranzwerten und zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Berechnung der resultierenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Schließmaße; analytische Bestimmung der statistischen 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 unbekannten Konstruktionsaufgaben auswählen und deren Anwendbarkeit einschätzen. Zudem sind sie in der Lage konträre Gestaltungsrichtlinien aufgabenspezifisch abzuwägen.

Erschaffen

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

Lern- bzw. Methodenkompetenz

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

Selbstkompetenz

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

Sozialkompetenz

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

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

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

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

- Die Studierenden kennen die Darstellung eines Systems in physikalischer Darstellung und in Zustandsform.
- Die Studierenden kennen die Darstellung der allgemeinen Lösung eines linearen Systems mit mehreren Freiheitsgraden in Zustandsform.
- Die Studierenden kennen das Verfahren der modalen Reduktion.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Zeitschrittintegration bei beliebiger Anregung.
- Die Studierenden kennen die Definition der Stabilität für lineare Systeme.

Verstehen

- Die Studierenden können ein gegebenes diskretes Schwingungssystem anhand des zugrundeliegenden Differentialgleichungssystems einordnen und klassifizieren.
- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der physikalischen Darstellung und der Zustandsdarstellung und können die Vor- und Nachteile der beiden Darstellungen beschreiben.
- Die Studierenden verstehen die Bedeutung der Fundamentalmatrix und können diese physikalisch interpretieren.
- Die Studierenden verstehen die Idee der modalen Reduktion und können ihre Bedeutung bei der Lösung von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden erläutern.
- Die Studierenden können den Stabilitätsbegriff für lineare Systeme erläutern.

Anwenden

- Die Studierenden können die Bewegungsdifferentialgleichungen eines diskreten Schwingungssystem auf verschiedenen Wegen aufstellen
- Die Studierenden können die entsprechende Zustandsdarstellung aufstellen.
- Die Studierenden können für 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 Lösung eines System mit einem Freiheitsgrad für eine geeignete Anregung von Hand bestimmen und damit die Lösung im Zeitbereich und in der Phasendarstellung darstellen.

Analysieren

		- Die Studierenden können problemgerecht zwischen physikalischer Darstellung und Zustandsdarstellung wählen und die entsprechenden Verfahren zur Bestimmung der Eigenlösung und gegebenenfalls der partikulären Lösung einsetzen. Evaluieren (Beurteilen) - Die Studierenden können anhand der Eigenwerte bzw. der Wurzelorte das prinzipielle Lösungsverhalten eines linearen Schwingungssystems beurteilen und Aussagen über die Stabilität eines Systems treffen.		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnisse aus dem Modul "Dynamik starrer Körper" Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.		
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Technische Schwingungslehre (Prüfungsnummer: 71901) (englischer Titel: Mechanical Vibrations) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablingung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024, 2. Wdh.: keine Wiederholung <table><tr><td></td><td></td></tr></table>		
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)		
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester		
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h		

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Magnus, Popp: Schwingungen, Stuttgart:Teubner 2005

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer
5	Inhalt	Das Modul Technologie der Verbundwerkstoffe stellt die einzelnen Komponenten (Faser und Matrix), die Auslegung, Verarbeitungstechnologie, Simulation und Prüfung mit Fokus auf Faserverbundkunststoffe vor. Im Einzelnen werden dabei folgende Inhalte vertieft: • Einführung • Verstärkungsfasern • Matrix • Fasern und Matrix im Verbund • Verarbeitung (Duroplaste und Thermoplaste) • Auslegung (klassische Laminattheorie) • Gestaltung und Verbindungstechnik • Simulation • Mechanische Prüfung und Inspektion
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: • Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen im Bereich der Faserverbundkunststoffe. • Kennen die verschiedenen Halbzeuge und deren verfügbare Konfektionierung. • Kennen und Verstehen die Verarbeitung von faserverstärkten Formmassen. • Kennen die Struktur und die besonderen Merkmalen der unterschiedlichen Ausprägungen und Werkstoffe von Fasern und Matrix und können diese erläutern. • Verstehen die Auslegung, die Verbindungstechnik und die Simulation von faserverstärkten Bauteilen. • Können ein werkstoff- und belastungsgerechten Faserverbundbauteil auslegen und konstruieren. • Können Faserverbundbauteile hinsichtlich Werkstoffauswahl, Gestaltung und Konstruktion beurteilen. • Können Simulationsergebnisse zu Faserverbundbauteilen beurteilen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	abgeschlossene GOP
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur

11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Ehrenstein, G.W.: Faserverbund-Kunststoffe, München Wien, 2006

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	Inhalt	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.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformverfahren. Verstehen Die Studierenden können verschiedene Umformverfahren beschreiben sowie anhand verschiedener Kriterien vergleichen. Anwenden Die Studierenden sind in der Lage, das vermittelte Wissen zur Lösung konkreter umformtechnischer Problemstellungen anzuwenden. Analysieren Die Studierenden können geeignete Fertigungsverfahren zur umformtechnischen Herstellung von Produkten bestimmen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur Prüfungsdauer: 120 Minuten
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Lange, K.: Umformtechnik (Band 1-3), Berlin, Heidelberg, New York, Springer 1984

1	Modulbezeichnung 97290	Umformtechnik Vertiefung Advanced metal forming	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Umformverfahren und Prozesstechnologien (2 SWS) Vorlesung: Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Michael Lechner Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein Dr. Kolja Andreas	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	Inhalt	* Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik* 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. * Umformverfahren und Prozesstechnologien (UT2)* Es werden aufbauend auf die im Modul "Umformtechnik" behandelten Grundlagen verschiedene Umformverfahren und Prozesstechnologien vertieft. Im Vordergrund stehen Fragestellungen zur Verarbeitung moderner Leichtbaumaterialien, wie hochfeste Stahl-, Aluminium- und Titanwerkstoffe, aber auch Prozesstechnologien wie Tailored Blanks oder Presshärten. Darüber hinaus werden verschiedene Aspekte der numerischen Prozessauslegung sowie aktuelle Trends aus Forschung und Entwicklung, wie beispielsweise Rapid Manufacturing, angesprochen.
6	Lernziele und Kompetenzen	* Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik* Wissen Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformmaschinen und Umformwerkzeuge Anwenden 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. * Umformverfahren und Prozesstechnologien (UT2)* Wissen Die Studierenden erwerben Wissen über Grundlagen verschiedener Umformverfahren und Prozesstechnologien. Anwenden Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen anzuwenden um unter Berücksichtigung anforderungsspezifischer Randbedingungen ein geeignetes Umformverfahren auszuwählen und entsprechende Prozesstechnologien einzusetzen. Evaluieren (Beurteilen) - Die Studierenden sind in der Lage den Einsatz verschiedener Umformverfahren und Technologien zu begründen und deren Potential zu bewerten. - Die Studierenden können zudem die jeweiligen Prozesse beschreiben und relevante Kenngrößen einordnen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97115	Wälzlagertechnik Rolling bearing technology	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Wälzlagertechnik (4 SWS)	-
3	Lehrende	Michael Jüttner Dr.-Ing. Marcel Bartz	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Marcel Bartz
5	Inhalt	• Einführung und Motivation • Grundsätzlicher Aufbau und Komponenten • Wälzlagerwerkstoffe und Wärmebehandlung • Wälzkontakt • Belastung und Lastverteilung • Tragfähigkeit und Lebensdauer von Wälzlagern • Kinematik des Wälzlagers • Reibung in Wälzlagern • Schmierung von Wälzlagern • Konstruktive Gestaltung von Wälzlagerungen • Toleranzen in Wälzlagern, Lagersteifigkeit • Fertigung, Montage und Handhabung • Schadenskunde • Neue Entwicklungen in der Wälzlagertechnik
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Im Rahmen von WLT erlangen die Studierenden praxisorientiert grundlegende Kenntnisse im Bereich der Wälzlagertechnik. Die Studierenden sind vertraut mit Fachbegriffen und können im Einzelnen: • die Hauptfunktionen, Wirkprinzipien und Eigenschaften von Wälzlagern beschreiben. • die Grundkomponenten von Wälzlagern aufzählen • die gängigen rotatorischen und translatorischen Wälzlager nennen • Wissen über die Normung und Nomenklatur im Kontext von Wälzlagern wiedergeben • gängige Wälzlagerwerkstoffe und deren Wärmebehandlung beschreiben • die Hintergründe der der Auslegung von Wälzlagern zugrundeliegenden Festigkeitshypothesen wiedergeben • die Bedeutung der Reibung im Wälzlager beschreiben • die Aufgaben des Schmierstoffs nennen • die Schmierstoffeigenschaften, insbesondere Viskosität und Dichte, beschreiben • gängige Schmierstoffe und Additive aufzählen und Schmierstoffalterung beschreiben • Wissen über Feststoffschmierung, Mediensmierung und Trockenlauf wiedergeben • Möglichkeiten zur Überwachung von Wälzlagern nennen • Gebrauchsspuren und Wälzlagerschäden beschreiben Verstehen

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 Evaluiere (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	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine

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

1	Modulbezeichnung 92840	Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (2 SWS) Übung: Übung zu Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Simon Fröhlig Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Ziel der Vorlesung 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 der Lehrveranstaltung bildet ein Überblick über innovative, zukünftige Technologien und ihre Auswirkungen auf heutige Bordnetzsysteme. Ergänzend zur Vorlesung finden drei Blockübungen statt, die das vermittelte, theoretische Wissen durch praktische Anwendungen vertiefen. Der erste Block fokussiert das Engineering und die digitale Prozesskette und findet im CIP-Pool statt. Darauf aufbauend wird im zweiten Block der entworfene Kabelsatz gefertigt und die Auslegung durch praktische Versuche validiert. Die Übung schließt mit einer Exkursion in ein regionales Unternehmen des kabelverarbeitenden Gewerbes ab. Inhaltliche Kerngebiete: • Einführung in die Signal- und Leistungsvernetzung • Grundlagen der Signal- und Leistungsübertragung • Bordnetzentwicklung • Kabel- und Komponentenfertigung • Kabelkonfektion und Verbindungstechnik • Automatisierte und manuelle Kabelbaummontage • Prüfen, Versand und Einbau von Bordnetzen • Auftragssteuerung, Logistik, Datenfluss • Zuverlässigkeit und Lebensdauermodelle • Digitale Methoden und Industrie 4.0 • Innovative Bordnetzarchitekturen und -technologien • Signal- und Leistungsübertragung in anderen Branchen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden sollen Erkenntnisse bezüglich des Aufbaues und der Herstellung von Bordnetzsysteme erlangen sowie die Grundlagen der Signal- und Leistungsvernetzung in mechatronischen Systemen beherrschen. Nach einer Einleitung und der Vorstellung der Einzelkomponenten moderner Bordnetze, werden Entwicklungs-,

		Fertigungs- und Montagekonzepte der einzelnen Bestandteile sowie des gesamten Kabelsatzes vermittelt. Auch die digitale Wertschöpfungskette findet dabei Betrachtung. Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut: • Grundlage der Vorlesung ist die Komplexität heutiger Bordnetze sowie die damit einhergehenden Komplikationen und Herausforderungen. Diese Situation wird zusätzlich durch die aktuellen Mobilitätstrends verschärft. Daher liegt ein Augenmerk ebenfalls auf Lösungsansätzen, um dieses Spannungsfeld möglichst konfliktfrei aufzulösen. • Die 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. • Die dargestellten spezifischen Methoden, Konzepte und Lösungsansätze lassen sich durch die Vorlesung in ein Gesamtsystem einordnen. Hierdurch wird das Erkennen und Ableiten von Prämissen und Relationen gefördert und ermöglicht. • Die eingesetzten Technologien zur Herstellung eines Musterkabelsatzes entsprechen dem aktuellen Stand der Technik. Dadurch werden die Studierenden im Rahmen der Übung am modernem Equipment des Lehrstuhls geschult. Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage • die wirtschaftlichen, logistischen und technischen Impulse und Herausforderungen nachzuvollziehen sowie die zugrunde liegende Ursachen zu verstehen • grundsätzliche methodische Ansätze bezüglich der bordnetzspezifischen Prozesskette zu differenzieren und einzusetzen. • sowie die charakteristischen Entwicklungs-, Produktions-, Montage- und Qualitätssicherungsmethoden und Werkzeuge zu abstrahieren und bei weiterführenden Anwendungen zu nutzen. • darüber hinaus befähigt, die notwendigen Fertigungsverfahren anzuwenden und einen Musterkabelsatz zu fertigen. Das im Zuge dieser Lehrveranstaltungen vermittelte Wissen bildet die Grundlage für den Einstieg und das Verständnis des kompletten Industriezweigs der Kabelsatzfertigung. Dies umfasst neben Kabelkonfektionären und Bordnetzherstellern ebenfalls Komponentenlieferanten und Automobilhersteller.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Braess, • Elektronik in der Fahrzeugtechnik, Borgeest • Handbuch Fügen, Handhaben und Montieren, Feldmann • Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID), Franke • Handbuch zu elektrischen Kabeln und Leitungen, Katzier • Elektrische Steckverbinder: Technologien, Anwendungen und Anforderungen, Katzier • Elektrische Kontakte, Werkstoffe und Anwendungen, Vinaricky

Wahlmodule

1	Modulbezeichnung 571704	4G/5G Mobile Communication Systems 4G/5G mobile communications systems	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Next Generation Mobile Communication Systems: 5G-Advanced and 6G (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker Dr. Stefan Brück	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Stefan Brück Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	
5	Inhalt	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 & MAC layer concepts.	
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • learn the technical history of mobile communications from 2nd (GSM), 3rd (UMTS), 4th (LTE) to the 5th (5G New Radio) Generation • understand the system and radio access network architecture of modern cellular communications systems and their enhancements towards 5G • compare the physical layer design of LTE and 5G New Radio • discuss how 5G networks are designed to address a wide range of diverse services and devices • analyze enhanced radio resource management concepts for use cases like cellular V2X (Vehicle-to-Everything) and NB-IoT (Narrowband Internet of Things) Die Studierenden • erfahren die technische Geschichte der Mobilkommunikation von der 2. (GSM), 3. (UMTS), 4. (LTE) bis zur 5. Generation (5G New Radio) • verstehen die System- und Funkzugangsnetzarchitektur moderner zellulärer Kommunikationssysteme und ihre Verbesserungen bei 5G • vergleichen das Design der physikalischen Übertragungsschicht von LTE und 5G New Radio • diskutieren, wie 5G-Netze für eine breite Palette unterschiedlicher Dienste und Geräte konzipiert sind • analysieren verbesserte Funkressourcenverwaltungs-konzepte für Anwendungsfälle wie zellulare V2X (Vehicle-to-Everything) Kommunikation und das NB-IoT (Schmalband-Internet der Dinge)	

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Lecture Notes 4G/5G Mobile Communication Systems

1	Modulbezeichnung 97251	Ausgewählte wissensbasierte Verfahren in der Fertigungstechnologie Knowledge-based methods in manufacturing engineering	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Ausgewählte wissensbasierte Verfahren in der Fertigungstechnologie (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Hinnerk Hagenah	

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

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 95340	Automotive Engineering Automotive engineering	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Automotive Engineering (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jan Fröhlich Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

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

		• Einen Überblick über die Produktentstehung bis hin zur Serienentwicklung zu geben • Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen • Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen • Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen • Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben • Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 92366	Autonome Systeme: Von der Forschung zum Produkt (Ringvorlesung) no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Autonomous Systems: From Research to Products (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Anany Dwivedi	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	In dieser Ringvorlesung werden Forschungsthemen zu Autonomen Systemen ebenso beleuchtet wie konkrete Umsetzungen für Systeme und Komponenten. Zentral zielt die Veranstaltung auf die Diskussion der Frage Wie finden Forschungsergebnisse den Weg in ein Produkt?" ab. Hierzu werden die unten genannten Inhalte von Dozierenden mit akademischem und industriellen Hintergrund gemeinsam vorgestellt und beleuchtet. In this lecture series, research topics on autonomous systems are highlighted as well as concrete implementations for systems and components. The central aim of the event is to discuss the question "How do research results find their way into a product? To this end, the contents listed below will be jointly presented and examined by lecturers with academic and industrial backgrounds. 1 Autonome Systeme 2 & 3 Mechanik / Mechatronik • Mechanische Komponenten • Elektrische / elektronische Komponenten • Materialien • (Additive) Fertigung 4 Antriebstechnik Aktorik 5 Leistungselektronik 6 Sensorik 7 & 8 Systemtheorie • Simulation • Regelung und Steuerung • Entscheidungsfindung 9 & 10 Vernetzung • Kommunikation und Lokalisation • Internet of Things 11 Regulatorische Aspekte • Integration & Sicherheit • Zertifizierung & Zulassung
6	Lernziele und Kompetenzen	Lern- bzw. Methodenkompetenz Bei erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden befähigt: • Autonome Systeme und ihre Komponenten zu beschreiben und zu diskutieren. • Hardware und Software sowie ihre Wechselwirkungen gezielt auszulegen.

		• Durch Vernetzung von Systemen Lösungen zu skalieren. • Aus theoretischen Überlegungen praktische Umsetzungsmöglichkeiten für industrielle Anwendungen zu erarbeiten. On successful completion of this module, students will be able to: • describe and discuss autonomous systems and their components. • design hardware and software and their interactions in a targeted manner. • scale solutions by networking. • develop practical implementation options for industrial applications from theoretical considerations.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 55 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 96910	Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine Basics in machine tools	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine (2 SWS) Übung: Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine - Übung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nico Hanenkamp Jacqueline Blasl	

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

		• Verstehen die Grundlagen der Schmierung und Reibung in Führungssystemen • Verstehen die Funktionsprinzipien verschiedener Führungssysteme • Verstehen die Funktionsweise verschiedener Motoren • Verstehen die unterschiedlichen Lagerungskonzepte für bewegte Elemente der Werkzeugmaschine Anwenden Die Studierenden • Können die wesentlichen Elemente der Werkzeugmaschine auslegen (Hauptantrieb, Führung, Vorschub, Gestell) • Können die Komplexität der Anforderungen an Werkzeugmaschinen diskutieren • Können den Antriebsstrang einer Werkzeugmaschine in die einzelnen Bestandteile zerlegen • Können Anforderungen aus einem gegebenen Fertigungsprozess an die Werkzeugmaschine ableiten • Können die Ursachen von Ratterschwingungen in Werkzeugmaschinen analysieren • Können den optimalen Lagerabstand für Hauptantriebe berechnen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Hirsch, Andreas: Werkzeugmaschinen: Grundlagen, Auslegung, Ausführungsbeispiele. Springer Verlage 2012. Brecher, C., Weck, M.: Werkzeugmaschinen. Band 1 bis 5. Springer Verlag.

1	Modulbezeichnung 47662	Becoming an Innovative Engineer no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Becoming an innovative engineer (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Marlies Nitschke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Björn Eskofier Marlies Nitschke
5	Inhalt	The online course "Becoming an innovative engineer will complement the technical knowledge which you gained in other courses. It therefore gives you a broad overview about various topics and empowers you to make use of your technical background to become an innovative engineer. The course comprises seven topics to fulfill the learning objectives described below: 1) Empowerment and Teamwork: Theory of enterprise content management which is fundamental for successful teamwork. 2) Organizational Creativity: Individual creativity, team creativity, and organizational creativity since innovation requires creativity. 3) Business Design: Insights into what must be considered when founding a business. 4) Prototyping: Basics of prototyping as it is key for fast and efficient development. 5) Agile Development: Agile development methods empowering them to manage their development workflow. 6) Source Control via Git: How source code can be efficiently controlled using git. 7) Testing of Software Systems: Fundamentals and principles of software testing which is necessary for every successful software product. This course is a shared online course of the [HMDA] https://www.masterhmda.eu/ partner universities and was created at the FAU with support of [EIT Health] https://eithealth.eu/.
6	Lernziele und Kompetenzen	After completing this module, students will be able to • work successfully in a team. • to create innovative ideas. • explain what is important for a successful business. • efficiently realize software ideas.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 93010	Berechenbarkeit und Formale Sprachen Theory of computation and formal languages	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Berechenbarkeit und Formale Sprachen (4 SWS) Übung: Übungen zu Berechenbarkeit und Formale Sprachen (2 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Rolf Wanka Matthias Kergaßner	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Rolf Wanka
5	Inhalt	• Registermaschinen und Turingmaschinen als Modelle des Berechenbaren, die Church-Turing-These und unentscheidbare Probleme • NP-Vollständigkeit und das P-NP-Problem • Endliche Automaten • Grammatiken und die Chomsky-Hierarchie • Kontextfreie Grammatiken und Kontextfreie Sprachen • Kellerautomaten
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über die Grenzen der Berechenbaren, insbesondere lernen sie, wie man beweist, dass bestimmte Aufgaben unlösbar sind bzw. dass sie vermutlich nicht schnell gelöst werden können, und wenden diese Kenntnisse an; • lernen die wesentlichen Techniken kennen, mit denen man Programmiersprachen beschreiben und syntaktisch korrekte Programme erkennen kann, und wenden diese auf Beispiele an; • erwerben fundierte Kenntnisse in den Beweis- und Analyse-Methoden der algorithmisch orientierten Theoretischen Informatik und wenden diese an.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• I. Wegener. Theoretische Informatik. • J. Hopcroft, J. Ullman. Introduction to Automata Theory, Languages and Computation. • U. Schöning. Theoretische Informatik - kurz gefasst.

1	Modulbezeichnung 92250	Beyond FEM no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Beyond FEM (0 SWS)	-
3	Lehrende	Markus Mehnert Dmytro Pivovarov	

4	Modulverantwortliche/r	Dmytro Pivovarov
5	Inhalt	- Challenges of the modern FEM - Introduction into the XFEM - Introduction into the IGA-FEM - Introduction into the parametric FEM - Reduced order modeling as the necessary tool in the parametric FEM - Overview of other recently developed techniques and approaches
6	Lernziele und Kompetenzen	The students - are familiar with the modern state of the art - are familiar with the nonlinear FEM and FEM solvers - are able to choose and apply suitable modern methods for solving problems - are able to work with a level-set function and choose enrichment strategy - are able to program B-splines and NURBS - are able to apply order reduction for parametric problems
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	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) Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (45 Minuten) Beyond FEM (Prüfungsnummer: 22501) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 45, benotet, 2.5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Prüfungssprache: Englisch Erstablesung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 93184	Commercial Open Source Startups (OSS-COSS) Commercial open source startups (OSS-COSS)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Commercial Open Source Startups (VL) (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	Inhalt	This course teaches students how the software industry works, how commercial open source works, and how to spin-off from the university. It consists of four main components: • The software industry • Commercial open source • Open source projects • University spin-offs Class is run as two 90min blocks, one for the lecture, and one for the exercises. Sign-up and further course information are available at https://coss.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	Lernziele und Kompetenzen	• Students learn about the software industry and its players • Students learn about commercial open source startups • Students learn how to get an open source project off the ground • Students learn how to spin-off a startup from university
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	See https://coss.uni1.de

1	Modulbezeichnung 700506	Communications Systems Design Communications systems design	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Communications Systems Design (2 SWS) Praktikum: Praktikum Communications Systems Design (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer Arslan Ali Christof Pfannenmüller	

4	Modulverantwortliche/r	Arslan Ali Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	Inhalt	Learning based on LabVIEW communications and NI USRP: Introduction to USRP including hardware blocks of Tx/Rx chains Getting familiar with LabVIEW communications environment and controlling VIs (Panel, diagram, etc.) and fundamentals of LabVIEW programming: data types, arrays, flow control (for/while loop), clusters, case structures, signal sources, sinks, signal processing tools, filters, time/ frequency domain analysis, etc. Transmission and reception of analog modulation schemes: AM/DSB-SC and FM Implementation of digital modulation schemes: ASK, FSK, BPSK, QPSK, 16-QAM, etc. Digital Tx/Rx: symbol mapping, upsampling/downsampling, pulse shaping (rectangular, Gaussian, RRC), matched filtering, pulse alignment, synchronization, and detection Phase synchronization, FDM and image rejection algorithm Eye diagram analysis: ISI, clock jitter, optimal sampling time, detection threshold Power control for over-the-air transmission in sub-6 GHz ISM bands and analysis on fading and multipath propagation effects Channel estimation, equalization (decision directed, linear LS, adaptive LMS), modelling: coherence bandwidth and propagation delay Learning based on MATLAB and USRPs (Communications toolbox and SDR support packages): OFDM Tx/Rx with frequency domain equalization (FDE) and synchronization (training sequence and frame detection) LTE downlink transmission (MIMO) including system information blocks (SIB) and spectrum analysis including estimation/calibration of carrier frequency offset (CFO) Impairments/distortion analysis: ACPR, EVM tool: IQ offset errors, phase noise, PA nonlinearity, etc. Learning based on GNU Radio and RTL-SDR: Introduction to GNU Radio with RF prototyping demonstration Spectrum analyzer implementation: RBW, VBW, sweep time, and phase noise Small Project/assignment for students

6	Lernziele und Kompetenzen	Students Can bridge the gap between communications theory, analog/digital baseband, and RF design Can develop quick and flexible prototypes for real-time communications systems and standards using SDR solutions Can determine the design parameters and assess the interaction between various analog and digital parts Can create efficient Tx/Rx programs and signal processing algorithms in LabVIEW, MATLAB, and GNU Radio Can implement channel estimation and equalization algorithms in TDD and FDD systems Can demonstrate MIMO and OFDM based systems like LTE and beyond Can quantify and evaluate system performance using EVM and impairments analysis
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 44450	Computational Dynamics Computational dynamics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Dynamics (2 SWS) Übung: Computational Dynamics - Tutorial (2 SWS)	- -
3	Lehrende		

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

		• know how to derive the weak and the discretized form of a given time-dependent differential equation • know how to derive the equations of motion • know how to formulate thermal problems • know how to formulate continuum mechanical problems • are familiar with direct time integration methods • are familiar with eigenvalue problems and stability analysis of various time integration methods • know how to solve time-dependent differential equations
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Masterprüfung Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Computational Dynamics (Prüfungsnummer: 44501) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	T. J. Hughes. The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Dover Publications, 2000.

1	Modulbezeichnung 92860	Computational multibody dynamics no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Computational multibody dynamics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco	

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

		• be able to perform simulations of multibody systems with the software developed during the course
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	knowledge of the module "dynamics of rigid bodies" ("Dynamik starrer Körper") basic knowledge of: • dynamical equations of motion • linear vector algebra • programming in Python, Matlab or similar
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (30 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 43821	Computer Graphics Computer graphics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Computer Graphics Basic Tutorials (1 SWS) Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marc Stamminger	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Marc Stamminger
5	Inhalt	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik: • Graphik Pipeline • Clipping • 3D Transformationen • Hierarchische Display Strukturen • Perspektive und Projektionen • Visibilitätsbetrachtungen • Rastergraphik und Scankonvertierung • Farbmodelle • Lokale und globale Beleuchtungsmodelle • Schattierungsverfahren • Ray Tracing und Radiosity • Schatten und Texturen Contents: This lecture covers the following aspects of Computer Graphics: • graphics pipeline • clipping • 3D transformations • hierarchical display structures • perspective transformations and projections • visibility determination • raster graphics and scan conversion • color models • local and global illumination models • shading models • ray tracing and radiosity • shadows and textures
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder • erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone • beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten • skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Visibilitätsberechnung • vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik • illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen

		• erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline • lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen • klassifizieren Schattierungsverfahren • bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiosity *Educational objectives and skills:* Students should be able to • describe the processing steps in the graphics pipeline • explain clipping algorithms for lines and polygons • explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates • depict techniques to compute depth, occlusion and visibility • compare the different color models • describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes • explain the algorithms for rasterization and scan conversion • solve problems with shading and texturing of 3D virtual models • classify different shadowing techniques • explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Masterprüfung Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002 • Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGLD. Pearson

	• Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice • Rauber: Algorithmen der Computergraphik • Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik • Encarnaç�o, Strasser, Klein: Computer Graphics

1	Modulbezeichnung 96850	Convex Optimization in Communications and Signal Processing Convex optimization in communications and signal processing	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Convex Optimization in Communications and Signal Processing (1 SWS) Vorlesung: Convex Optimization in Communications and Signal Processing (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Adela Vagollari Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker
5	Inhalt	Convex optimization problems are a special class of mathematical problems which arise in a variety of practical applications. In this course we focus on the theory of convex optimization, corresponding algorithms, and applications in communications and signal processing (e.g. statistical estimation, allocation of resources in communications networks, and filter design). Special attention is paid to recognizing and formulating convex optimization problems and their efficient solution. The course is based on the textbook "Convex Optimization" by Boyd and Vandenberghe and includes a tutorial in which many examples and exercises are discussed.
6	Lernziele und Kompetenzen	Students • characterize convex sets and functions, • recognize, describe and classify convex optimization problems, • determine the solution of convex optimization problems via the dual function and the KKT conditions, • apply numerical algorithms in order to solve convex optimization problems, • apply methods of convex optimization to different problems in communications and signal processing
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Signals and Systems, Communications
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Boyd, Steven ; Vandenberghe, Lieven: Convex Optimization. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2004

1	Modulbezeichnung 47677	Data Science Survival Skills no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Data Science Survival Skills (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist René Groh	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Kist
5	Inhalt	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. In particular, this course covers: - Data handling and storage - Lossy and lossless data compression - Data acquisition and API usage - Data visualization in scientific figures and movies - Data analysis platforms - Multithreading and multiprocessing - Code vectorization and just-in-time compilation - Code profiling - Prototyping Graphical User Interfaces - Workflow optimization techniques
6	Lernziele und Kompetenzen	Students - will be able to create own code for working with data - can carry out research projects in data science - can apply code optimization strategies - can design own graphical user interfaces for convenient interaction with data - can produce high-quality data visualization as needed for scientific publications
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	It is recommended to have prior knowledge of the programming language Python (e.g. through GSProg or SciProgPy) and first exposure to data.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Edward Tufte: The Visual Display of Quantitative Information Cole Nussbaum Knaflitz: Storytelling with data Wes McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython Gabriele Lanaro: Python High Performance Micha Gorelick, Ian Ozsvald: High Performance Python Alan D Moore: Mastering GUI Programming with Python

1	Modulbezeichnung 93330	Deep Learning for Beginners no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Deep Learning for Beginners (VHB-Kurs) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Aline Sindel	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	Inhalt	Neural networks have had an enormous impact on research in image and signal processing in recent years. In this course, you will learn all the basics about deep learning in order to understand how neural network systems are built. The course is addressed to students who are new to the field. In the beginning of the course, we introduce you to the topic with some applications of deep learning in the field of medical imaging, digital humanities and industry projects. Before we dive into the core elements of neural networks, there are two lecture units on the fundamentals of signal and image processing to teach you relevant parts of system theory such as convolutions, Fourier transform, and sampling theorem. In the next lecture units, you learn the basic blocks of neural networks, such as backpropagation, fully connected layers, convolutional layers, activation functions, loss functions, optimization, and regularization strategies. Then, we look into common practices for training and evaluating neural networks. The next lecture unit is focusing on common neural network architectures, such as LeNet, Alexnet, and VGG. It follows a lecture unit about unsupervised learning that contains the principles of autoencoders and generative adversarial networks. Lastly, we cover some applications of deep learning in segmentation and object detection. The accompanying programming exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks, in which you will develop a basic neural network from scratch in pure Python without using deep learning frameworks, such as PyTorch or TensorFlow. At the end of the semester, there will be a written exam.
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • explain the different neural network components, • compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks, • compare and analyze different CNN architectures, • explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning, • explain different deep learning applications, • implement the presented methods in Python, • effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer, • autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature, • discuss the social impact of applications of deep learning applications.

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Requirements: mathematics for engineering, basic knowledge of python
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 57046	Designing gamified systems (DGS) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Designing Gamified Systems (@EELISA) (4 SWS) Vorlesung mit Übung: Designing Gamified Systems (4 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Benedikt Morschheuser	

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

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Motivation to work in an international and interdisciplinary group on a challenging topic. Creativity, prototyping skills, or development experiences can be helpful. The number of participants is limited. Please see website for details on the application process!
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Projekt-/Praktikumsbericht Präsentation
11	Berechnung der Modulnote	Projekt-/Praktikumsbericht (40%) Präsentation (60%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Koivisto, J & Hamari, J. (2019). The rise of motivational information systems: A review of gamification research. International Journal of Information Management, 45. pp. 191-210. Morschheuser, B., Hassan, L., Werder, K., Hamari, J. (2018). How to design gamification? A method for engineering gamified software. Information & Software Technology, 95. pp. 219-237. Radoff, J. (2011). Game On: Energize Your Business with Social Media Games. Wiley, USA. Salen, K. (2004). Rules of play: game design fundamentals. MIT Press, Cambridge, USA. further literature will be made available in the lecture.

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm	
5	Inhalt	• Bedeutung der Mechatronik im Werkzeugmaschinenbau • Grundlegende Begrifflichkeiten mit Bezug auf den Werkzeugmaschinenbau zu den Themen Mechanik, Elektrotechnik und Software • Analyse, Modellierung und Regelung von Werkzeugmaschinen • CNC-Steuerungstechnik für die Werkzeugmaschine • Parallelkinematik-Maschinen • Evolution der Drehmaschinen • Vertikale und horizontale IT-Integration	
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • wesentliche mechatronische Komponenten der Werkzeugmaschine zu benennen und zu erläutern. • Modellversuche zur elektrischen Antriebstechnik durchzuführen. • eine analytische Vorgehensweise zur regelungstechnischen Modellbildung anzuwenden. • Regelungstechnische Möglichkeiten der elektrischen Antriebstechnik darzustellen. • die CNC Verfahrenskette vom CAD-Geometriemodell zur Werkzeugposition zu erklären. • Konsequenzen alternativer Maschinenkonzepte (Parallelkinematiken, modulare Maschinen) zu erläutern. • Werkzeugmaschinen als IT-Komponenten (horizontale und vertikale Integration und Kommunikation) darzustellen. • Mechatronische Systeme im allg. Maschinenbau anzuwenden und die Konzepte der Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen zu übertragen.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)	

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

1	Modulbezeichnung 85764	Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Verena Tiefenbeck	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi Prof. Dr. Verena Tiefenbeck
5	Inhalt	The module covers the role of Information & Communication Technologies (ICT) in the energy transition towards a more sustainable energy production and consumption, with a particular focus on energy efficiency, the integration of renewable energy sources into the electric grid, and the reduction of greenhouse gas emissions. The interdisciplinary module covers fundamental technical principles of conventional and renewable energy generation and sustainable energy consumption, assesses the role of ICT in the ongoing energy transition, and evaluates economic and societal challenges and implications of the approaches covered. Specific topics include: • Fundamentals of energy generation and consumption • Conventional and distributed power generation • Introduction to energy markets and economic aspects • Smart grid and smart metering infrastructures, virtual power plants, energy communities • Wireless technologies and their impact on future mobility and energy networks • Demand side management and home automation • Changing consumer behavior with smart ICT • Smart heating, electric mobility At the beginning of the course, fundamental principles of energy generation and consumption are taught, so that students without prior knowledge in the field of energy can successfully participate in the course. The module covers the role of Information & Communication Technologies (ICT) in the energy transition towards a more sustainable energy production and consumption, with a particular focus on energy efficiency, the integration of renewable energy sources into the electric grid, and the reduction of greenhouse gas emissions. The interdisciplinary module covers fundamental technical principles of conventional and renewable energy generation and sustainable energy consumption, assesses the role of ICT in the ongoing energy transition, and evaluates economic and societal challenges and implications of the approaches covered. Specific topics include: • Fundamentals of energy generation and consumption • Conventional and distributed power generation • Introduction to energy markets and economic aspects • Smart grid and smart metering infrastructures, virtual power plants, energy communities

		• Wireless technologies and their impact on future mobility and energy networks • Demand side management and home automation • Changing consumer behavior with smart ICT • Smart heating, electric mobility At the beginning of the course, fundamental principles of energy generation and consumption are taught, so that students without prior knowledge in the field of energy can successfully participate in the course.
6	Lernziele und Kompetenzen	The module is designed to enable participants to • explain the basic physical and technical principles of energy generation and power grids and apply them in calculations, • state, explain, and evaluate the necessity as well as challenges associated with the integration of renewable energies • name components of a smart grid and explain their function • explain fundamental market mechanisms (energy economics) • understand and be able to explain the roles and intentions of the actors in the electricity market, • examine components, market mechanisms and regulatory measures with regard to their costs, benefits and risks and critically assess evaluation approaches • to explain the possibilities of information systems for the reduction of energy consumption in the field of indoor climate/ heating and to evaluate them, • explain the central components, variables, requirements and challenges of electromobility and explain how information systems can contribute to solving these challenges
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	None
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3;5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur Written examination (90 minutes)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch

16	Literaturhinweise	Will be announced in class

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	Inhalt	This course introduces the fundamentals of dynamical systems and control design with a focus on linear single-input single-output system. The course covers the following topics: • Dynamical systems: state space formulation, physical examples, linearization • Frequency domain: Laplace transform, analysis and control based on transfer functions • Time domain: analysis, control and observer design based on state space models
6	Lernziele und Kompetenzen	The students will be able to • describe dynamical systems by differential equations • compute a linearized model for nonlinear systems • describe and analyze dynamical systems in the Laplace domain • design basic controllers in the Laplace domain • describe and analyze dynamical systems in the state space • design basic controllers and observers in the state space
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Basic knowledge of advanced mathematics
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel Written exam, 90 minutes
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• K.J. Aström and R.M. Murray: Feedback systems - An Introduction for Scientists and Engineers, Princeton University Press, 2008. • E. Hendricks, O. Jannerup, and P.H. Sørensen: Linear systems control: deterministic and stochastic methods, Springer, 2008. • L. Padulo and M.A. Arbib: System Theory, W.B. Saunders Company, 1974. • G.C. Goodwin, S.F. Graebe and M.E. Salgado: Control System Design, Prentice Hall, 2001. • W.J. Rugh: Linear System Theory, Prentice Hall, 1996. • C.T. Chen: Control System Design, Pond Woods Press, 1987. • T. Kailath: Linear Systems, Prentice Hall, 1980.

1	Modulbezeichnung 315342	Effiziente Signal- und Leistungsvernetzung Efficient signal and power wirings	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	Inhalt	Ziel der Vorlesung 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. 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 der Lehrveranstaltung bildet ein Überblick über innovative, zukünftige Technologien und ihre Auswirkungen auf heutige Bordnetzsysteme. Inhaltliche Kerngebiete: • Grundlagen der Signal- und Leistungsübertragung • Komponenten der Signal- und Leistungsvernetzung • Kabelfertigung sowie notwendige Anlagentechnik • Produktionsprozess in der Kabelkonfektion und der Bordnetzfertigung • Intralogistik, Logistik und Verpackung von Bordnetzen • Prüfen von Bordnetzen • Einbau der Signal- und Leistungsvernetzung in Produkte • Zuverlässigkeit und Lebensdauermodelle • Innovative Technologien	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden sollen Erkenntnisse bezüglich des Aufbaues und der Herstellung von Bordnetzsysteme erlangen sowie die Grundlagen der Signal- und Leistungsvernetzung in mechatronischen Systemen beherrschen. Nach einer Einleitung und der Vorstellung der Einzelkomponenten moderner Bordnetze, werden Entwicklungs-, Fertigungs- und Montagekonzepte der einzelnen Bestandteile sowie des gesamten Kabelsatzes vermittelt. Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut: • Grundlage der Vorlesung ist die Komplexität heutiger Bordnetze sowie die damit einhergehenden Komplikationen und Herausforderungen. Diese Situation wird zusätzlich durch die aktuellen Mobilitätstrends verschärft. Daher liegt ein Augenmerk ebenfalls auf Lösungsansätzen, um dieses Spannungsfeld möglichst konfliktfrei aufzulösen. • Die 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. - Die dargestellten spezifischen Methoden, Konzepte und Lösungsansätze lassen sich durch die Vorlesung in ein Gesamtsystem einordnen. Hierdurch wird das Erkennen und Ableiten von Prämissen und Relationen gefördert und ermöglicht. Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage - die wirtschaftlichen, logistischen und technischen Impulse und Herausforderungen nachzuvollziehen sowie die zugrunde liegende Ursachen zu verstehen - grundsätzliche methodische Ansätze bezüglich der bordnetzspezifischen Prozesskette zu differenzieren und einzusetzen. - sowie die charakteristischen Entwicklungs-, Produktions-, Montage- und Qualitätssicherungsmethoden und Werkzeuge zu abstrahieren und bei weiterführenden Anwendungen zu nutzen. Das im Zuge dieser Lehrveranstaltungen vermittelte Wissen bildet die Grundlage für den Einstieg und das Verständnis des kompletten Industriezweigs der Bordnetzfertigung. Dies umfasst neben Kabelkonfektionären und Bordnetzherstellern ebenfalls Komponentenlieferanten und Automobilhersteller.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	- Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Braess, - Elektronik in der Fahrzeugtechnik, Borgeest - Handbuch Fügen, Handhaben und Montieren, Feldmann - Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID), Franke - Handbuch zu elektrischen Kabeln und Leitungen, Katzier - Elektrische Steckverbinder: Technologien, Anwendungen und Anforderungen, Katzier

1	Modulbezeichnung 96920	Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz Efficiency in production and operative excellence	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz (2 SWS) Übung: Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz - Übung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nico Hanenkamp Mohammad Banihani	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	Inhalt	• Wertstromanalyse und Wertstromdesign • JIT Produktionssystem • Austaktung von Prozessen • Rüstzeitreduzierung mit SMED • Shopfloor Management • Systematische Problemlösung • 5S Methode
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden • kennen die Parameter die während einer Wertstromanalyse aufgenommen werden • kennen die Ursachen für Nachfrageschwankungen in der Produktion • kennen die Position des Shopfloor Managements in der Unternehmensstruktur • kennen die Kernelemente eines schlanken Unternehmens Verstehen Die Studierenden • verstehen das JIT Produktionssystem • verstehen den Unterschieden zwischen Tätigkeit mit Verschwendung und mit Wertzuwachs • verstehen den Ablauf einer Wertstromanalyse • verstehen den Unterschied zwischen auftragsbezogener und anonymer Bestellung • verstehen die Materialflussprinzipien entsprechend des LEAN Gedanken • verstehen den Unterschied zwischen einer Push- und Pull-Steuerung • verstehen die Definition von Rüstzeit und die Folgen hoher Rüstzeit • verstehen die Ursachen der Nivellierung der Produktion • verstehen das Arbeitsverteilungsdiagramm • verstehen die sieben Verschwendungsarten • verstehen die Ziele und die Voraussetzungen des Shopfloor Managements • verstehen den PDCA - Zyklus Anwenden

		Die Studierenden • verstehen die 5S Methode und können diese selbstständig inklusive der dafür benötigten Werkzeuge in der Praxis anwenden. • können den Kundentakt und die benötigte Mitarbeiteranzahl berechnen • können eine Wertstromanalyse eigenständig durchführen und dokumentieren • können einen Wertstrom optimieren und ein Soll-Wertstromdesign gestaltet. • können eigenständig die Rüstzeit eines Prozesses durch die SMED Methode (inklusive der enthaltenen Werkzeuge) in der Praxis reduzieren. • können die Austaktung mehrerer Prozesse im Wertstrom vornehmen (inklusive Zykluszeitermittlung, Taktabstimmendiagramm, etc.) • können die vier Kernaktivitäten des Shopfloor Managements durchführen und diese systematisch überwachen • können die FQA- Methode anwenden inklusiver der enthaltenen Werkzeuge
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	
5	Inhalt	• Entwicklung und Bedeutung der Bruchmechanik • Beanspruchungszustand an Rissen und Kerben bei linear-elastischem Materialverhalten • Kriterien der linear-elastischen Bruchmechanik für stabiles und instabiles Rißwachstum unter statischer und zyklischer Belastung • näherungsweise Erfassung der Plastifizierungsvorgänge vor der Risspitze • Konzepte und Kriterien der Fließbruchmechanik • Ermittlung bruchmechanischer Kennwerte • Beispiele
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • kennen die Bedeutung und Historie der Bruchmechanik • können Beanspruchungszustände an Rissen und Kerben für linear- elastisches Materialverhalten angeben • kennen die Kriterien der linearen Bruchmechanik • kennen die Konzepte der Fließbruchmechanik • können für gegebene Probleme bruchmechanische Kennwerte bestimmen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Voraussetzungen / Organisatorisches Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich Einführung in die Bruchmechanik (Prüfungsnummer: 255385) (englischer Titel: Introduction to Fracture Mechanics) Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet, 2.5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Prüfungssprache: Deutsch Erstablegung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024

		1. Prüfer:	Kai Willner
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	Modulbezeichnung 92520	Elektromagnetische Felder I Electromagnetic fields I	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zu Elektromagnetische Felder I (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Elektromagnetische Felder I (2 SWS)	- 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich Dr.-Ing. Gerald Gold	

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

		In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung durch die Anwendung auf konkrete wissenschaftliche und technische Problemstellungen und beispielartige Lösung von Standardproblemen vertieft. Weiteres Ziel der Übungen ist die Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung. Inhaltsübersicht: • Felder: Physikalische Konzepte und mathematische Beschreibung • Begriffe und Grundaussagen der elektromagnetischen Feldtheorie • Folgerungen aus den Grundaussagen: Ausblick auf elektromagnetische Wellen • Materie im Feld und Felder an Materialübergängen • Die Potentiale des elektromagnetischen Felds • Inhalt und Gültigkeitsbereich der elektromagnetischen Feldtheorie • Zeitunabhängige Felder, Teil 1
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • Begriffe und physikalische Konzepte der elektromagnetischen Feldtheorie zu erklären • Vektoralgebraische und vektoranalytische Beziehungen und Umformungen zu verstehen und letztere auch vorzunehmen • Kraftwirkungen im elektromagnetischen Feld zu verstehen und zu berechnen • die Bedeutung von Feldgleichungen und Kontinuitätsgleichung zu verstehen • Induktionsvorgänge zu verstehen und für einfache Situationen zu berechnen • grundlegende Eigenschaften ebener elektromagnetischer Wellen zu beschreiben • Phänomene elektrischer und magnetischer Felder in Materie und an Materialübergängen zu verstehen und zu beschreiben • Felder und Potentiale einfacher Ladungs- und Stromdichteverteilungen z.B. mittels der Maxwell'schen Gleichungen, allgemeiner Lösungen der Poissonsgleichung oder aufgrund mathematischer Korrespondenzen zu berechnen • den Gültigkeitsbereich der Theorie zu benennen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Voraussetzung: Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)

11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Skript zur Vorlesung • Übungsaufgaben mit Lösungen auf der Homepage • Formelsammlung

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

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

		• die Energie zeitunabhängiger Ladungs- und Stromdichteverteilungen sowie von Feldern zu berechnen • den Energiefluß in elektromagnetischen Feldern über den Poynting-Vektor zu berechnen • die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in homogenen verlustbehafteten Medien quantitativ zu beschreiben • die Kenngrößen von Wellen und deren Ausbreitungsbedingungen sowie Verluste zu berechnen • Feldstärken, Ausbreitungsrichtungen und Verluste bei Reflexion, Transmission und Brechung zu berechnen • die Wellenausbreitung in inhomogenen Medien zu beschreiben.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	EMF I und Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Skript zur Vorlesung • Übungsaufgaben mit Lösungen (beides über StudOn verfügbar) • Bei EMF II handelt es sich um den zweiten Teil einer zweisemestrigen Kursvorlesung. Literaturempfehlungen sind daher bereits in den Unterlagen zu EMF I aufgeführt und beschrieben.

1	Modulbezeichnung 94950	Elektromaschinenbau Engineering of electric drives	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Elektromaschinenbau - Applikation (2 SWS) Vorlesung: Elektromaschinenbau - Grundlagen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden zu vermitteln, wie sich die Wertschöpfungskette nach dem Entwurf, der Konzeption und der Konstruktion eines Produkts gestaltet. Anhand der Vorlesungseinheiten werden den Studierenden Einblick 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 den Hörern der Vorlesung Elektromaschinenbau das nötige Wissen gelehrt, 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. • Allgemeine Grundlagen zu elektrischen Maschinen • Weichmagnetische Werkstoffe • Hartmagnetische Werkstoffe • Wickeltechnik • Isolationstechnologien • Statorprüfung • Produktion und Endmontage elektrischer Maschinen • Produktion elektrischer Maschinen für Traktionsantriebe • Spezielle Anwendungsfelder des Elektromaschinenbaus • Recycling elektrischer Maschinen • Elektronik im Elektromaschinenbau
6	Lernziele und Kompetenzen	Lernziele: • Kenntnis von Bauarten, Einsatzfelder, Nutzen, Leistungsfähigkeit und technischen Neuerungen elektrischer Antriebe • Kenntnis von Aufbau, Einzelkomponenten und Materialien elektrischer Antriebe • Kenntnis der Einzelprozesse zur Produktion elektrischer Antriebe • Beherrschung von Methoden und Werkzeugen zur Planung, Inbetriebnahme, Betrieb und Optimierung von Produktionsketten für elektrische Antriebe
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Tzscheutschler - Technologie des Elektromaschinenbaus Jordan - Technologie kleiner Elektromaschinen

1	Modulbezeichnung 47770	Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen Energetic use of biomass and waste	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen (2 SWS) Übung: Seminar zur Energetischen Nutzung von Biomasse und Reststoffen (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Tanja Schneider Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	Inhalt	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: Teil 1 - Einführung Teil 2 - Wärmeerzeugung aus biogenen Brennstoffen Teil 3 - Stromerzeugung mit Verbrennungsanlagen Teil 4 - Stromerzeugung mit Vergärung Teil 5 - Stromerzeugung mit thermischer Vergasung 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: Teil 6 - Verbrennung von Biomasse Teil 7 - Vergasung von Biomasse Teil 8 - Herstellung von Treibstoffen aus Biomasse 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.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • analysieren und bewerten aktuelle Technologien und Konzepte zur Nutzung von Biomasse • wenden die Grundlagen zur Planung von Biomasseversorgungsanlagen an • präsentieren überzeugend die Planungsergebnisse und regen die Zuhörer zur Diskussion an
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt
5	Inhalt	The targeted audience is master level students who are interested in expanding their theoretical and practical knowledge in the field of solid state laser engineering. Introduction to physical phenomena used in development of modern solid state lasers Practical approaches used in design of solid state lasers Introduction to modeling and simulation of the lasing process Modeling of basic solid state laser performance using a commercial software package Practical familiarization with various optical, opto-mechanical, and opto-electrical components used in solid state laser
6	Lernziele und Kompetenzen	The students gain the following competences: Setting up basic modeling of a solid state laser using ASLD software Be able to apply modeling for evaluation of performance of a basic laser system Apply basic optimization of the laser system model Identification of an appropriate laser system for a given application Performing basic characterization of laser beam output parameters Enhanced understanding of the laser physics Familiarization with modern design approaches used in solid state laser engineering Improved understanding of linear and nonlinear effects relevant for linear and nonlinear laser beam propagation;
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio
11	Berechnung der Modulnote	Portfolio (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch

16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 43400	Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung Equalisation and adaptive systems for digital communications	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Equalization and Adaptive Systems for Digital Communications (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	
5	Inhalt	Bei der digitalen Übertragung spielen Kanalverzerrungen aufgrund ständig steigender Datenraten eine immer grössere Rolle. Bei vielen Anwendungen müssen für eine zuverlässige Übertragung komplexe Entzerrverfahren eingesetzt werden. Dies gilt sowohl für die leitungsgebundene als auch die drahtlose Kommunikation. Z.B. werden in der xDSL-Systemfamilie (Digital Subscriber Lines), die eine schnelle digitale Übertragung über Ortsanschlussleitungen gewährleistet, oft entscheidungsrückgekoppelte Entzerrverfahren oder Vorcodierungsverfahren eingesetzt und beim Mobilfunkstandard GSM und seiner Weiterentwicklung EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung bzw. zustandsreduzierte Entzerrung. Eng im Zusammenhang mit der eigentlichen Entzerrung stehen Adaptionsverfahren, mit denen die Parameter des Entzerrers optimal an den Übertragungskanal angepasst werden können. Lernziel: Ziel der Vorlesung ist eine umfassende Darstellung gebräuchlicher Entzerrungs- und Adaptionsverfahren. Den Teilnehmern sollen fundierte Kenntnisse der verschiedenen Verfahren vermittelt werden, die sie zu deren sinnvollem Einsatz in der Praxis befähigen. Content: Channel distortions are playing an increasingly important role in digital transmission due to constantly increasing data rates. In many applications, complex equalization techniques must be used for a reliable transmission. This applies to both wired and wireless communication. For example, decision feedback equalization or precoding techniques are often used in the xDSL (Digital Subscriber Lines) system family, which ensures fast digital transmission over local subscriber loops, and the GSM system and its advanced version EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) employ maximum likelihood sequence estimation and state-reduced equalization. Closely related to the task of equalization are adaptation methods with which the parameters of the equalizer can be optimally adjusted to the transmission channel. Objective: The aim of the lecture is a comprehensive presentation of common equalization and adaptation methods. The participants should acquire an in-depth knowledge of the various procedures which enables them to make meaningful design decisions in practice.	

6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • beschreiben verschiedene Verfahren zur Entzerrung frequenzselektiver Übertragungskanäle wie lineare Entzerrung, entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung, • setzen die verschiedenen Ansätze in Blockdiagramme um und optimieren deren Komponenten, • vergleichen Entzerrverfahren hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit, charakterisiert durch die Fehlerrate, und Komplexität, • wählen geeignete Verfahren für verschiedene Anwendungen wie leitungsgebundene und drahtlose Übertragung aus, • entwerfen neuartige Verfahren für gegebene Anforderungen, • formulieren Adaptionalgorithmen zur automatischen Anpassung des Empfängers eines Übertragungssystems an den Kanal, • ordnen Entzerrverfahren einen geeigneten Adaptionalgorithmus zu. Learning Objectives and Competences: The students - describe various methods for equalizing frequency-selective transmission channels such as linear equalization, decision feedback equalization and maximum likelihood sequence estimation, - realize various approaches in block diagrams and optimize their components, - compare equalization methods in terms of their performance, characterized by the error rate, and complexity, - select suitable methods for various applications such as wired and wireless transmission, - design novel schemes for given requirements, - formulate adaptation algorithms for automatic adaptation of the receiver of a transmission system to the channel, - assign suitable adaptation algorithms to equalization schemes.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorkenntnisse in Systemtheorie und digitaler Signalverarbeitung, sowie entweder der Vorlesung Nachrichtentechnische Systeme oder Digitale Übertragung sind für die Teilnahme hilfreich.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

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

1	Modulbezeichnung 42933	Experimental fluid mechanics no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Experimental Fluid Mechanics (Strömungsmesstechnik) (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Wierschem	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Wierschem
5	Inhalt	Content: • Flow visualization • Measurement techniques for velocity: Particle Image and Tracking Velocimetry and Laser Doppler anemometry, ultrasound, • Measurement techniques for flow rate, pressure, temperature, concentration, free surfaces • Applicability and limitations, typical errors • 2-, 2+1-, 3-dimensional techniques, time-resolved techniques • Data acquisition and processing
6	Lernziele und Kompetenzen	Students who participate in this course will become familiar with measurement techniques in fluid mechanics. Students who successfully participate in this module: • Have an overview over the most extended and important measurement techniques • Understand the principles of the different techniques • Know and understand the abilities and limitations of the techniques • Can to select an appropriate technique for a given task • Can identify and avoid typical measurement errors
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	*Prerequisites:* To succeed in this course, students will need to apply acquired knowledge from fluid mechanics. Basic knowledge in physics and measurement techniques is beneficial.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1;2;3;4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch

16	Literaturhinweise	• Tropea, Yarin, Foss: Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer • Merzkirch: Flow Visualization, Academic Press • Mayinger, Feldmann: Optical Measurements, Springer

1	Modulbezeichnung 97247	Fertigungsmesstechnik I Manufacturing metrology I	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Fertigungsmesstechnik I - Übung (2 SWS) Vorlesung: Fertigungsmesstechnik I (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	- Grundlagen, Begriffe, Größen und Aufgaben der FMT: Teilgebiete der industriellen Messtechnik, Grundaufgaben und Ziele der Fertigungsmesstechnik, Messen, Prüfen, Überwachen, Lehren, Begriffsdefinitionen: Messgröße, Messwert, Messunsicherheit, wahrer Wert, vereinbarter Wert, Messergebnis, Prüfung, Messung, Messprinzip, Messmethode, Messverfahren, Nennmaß, Grenzmaß, Grenzabmaß, Grundeinteilung der Mess- und Prüfmittel in der FMT, Messschieber, Messschrauben, Messuhr, Taylorscher Grundsatz, Lehren Endmaße, Sinustisch oder Sinuslineal, Maßverkörperungen, Winkelendmaße) - Grundlagen der Längenmesstechnik (Maßstäbe und Interferometer): Messprinzipien zur Längenmessung, Abbe Komparator, Maßstäbe mit Skalen Eppensteinprinzip Linearencoder, Gitterabtastung, Richtungserkennung, Ausgangssignale, Demodulation, Differenzsignalerfassung, Referenzmarken, Abtastung (abbildend, interferometrisch, Durchlicht, Auflicht) Demodulationsabweichungen: Quantisierungs-, Amplituden-, Offset- und Phasenabweichungen, Heydemannkorrektur absolut codierte Maßstäbe: V- und U-Abtastung und Gray Code Transversale elektromagnetische Welle, Überlagerung von Wellen, konstruktive und destruktive Interferenz Polarisation des Lichtes, Voraussetzungen für die Interferenz, Interferenz von Lichtwellen Interferenz (Homodynprinzip und Heterodynprinzip), Interferenz am Michelson-Interferometern, Einteilung von Interferometern, Luftbrechzahl, Demodulation am Homodyninterferometer, Demodulation am Heterodyninterferometer Einteilung von Interferometern, Luftbrechzahl, zeitliche und räumliche Kohärenz Laser, He-Ne-Laser Aufbau von Interferometern, Anwendung der Interferometer - Geometrische Produktspezifikation und Verifikation (GPS) Basis der Messaufgabenbeschreibung und durchführung: Geometrischen Produktspezifikation (GPS) Dualitätsprinzip und Operationen Begriffsdefinition von Geometrieelementen (Nenn-, wirkliches, erfasstes und zugeordnetes Geometrieelement) Standardgeometrieelemente Gestaltparameter an Werkstücken (Grobgestalt, Feingestalt, Maß, Abstand, Lage, Form, Welligkeit, Rauheit) Systematik der Gestaltabweichungsarten

(Maß-, Form-, Lageabweichungen und Abweichung der Oberflächenbeschaffenheit) Toleranzbegriff Form- und Lagetoleranzen Systematik der Tolerierung von Unabhängigkeitsprinzip Werkstücken (Unabhängigkeitsprinzip, Hüllprinzip)

- Koordinatenmesstechnik: Prinzip, Koordinatensysteme, Grundanordnung, Bauarten Tastsysteme (Erzeugung der Antastkraft, Messung der Auslenkung, Integration mehrerer Achsen, Kinematik, weitere Achse, Umwelt, Arten von Tastsystemen, Taststiftbiegung, Taster) Einzelpunktantastung, Scanning Beschreiben und Festlegen der Messaufgabe Feststellen Einflüsse auf das Messergebnis Vorbereitung der Messung Auswahl und Einmessen des Tasters Festlegen der Messstrategie Auswertung der Messergebnisse (Ausgleichsverfahren) Spezifikation, Parameter und Prüfung
- Formprüftechnik: Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben, Bauarten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte) Abweichungen der Drehführung von der idealen Achse und deren Bestimmung Kalibrierung von Formmessgeräten Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren
- Oberflächenmesstechnik: Oberflächenmessprinzipien Tastschnittgeräte, optische Oberflächenmessgeräte, Fokusvariation, Konfokales Mikroskop, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope, Weißlichtinterferometer Oberflächenparameter Normenreihe DIN EN ISO (Profil, Flächen) Profilauswertung entsprechend DIN EN ISO 3274 und DIN EN ISO 4287 Profilkenngrößen (Rauheits-, Welligkeit- und Struktur-Kenngrößen): Filterung, Senkrecht-, Waagerechtkenngrößen, gemischte Kenngrößen Kenngrößen aus Materialanteil-Kurve (ISO 13565-2 und ISO 13565-3) Flächenparameter (Höhenparameter, räumliche Parameter, flächenhafte Materialanteilkurve, topographischen Elemente) Streulichtmessung, Streulichtparameter

Content:

- Basics, Terms, Dimensions and Tasks of the Manufacturing Metrology: Parts of the industrial measurement technology Manufacturing Metrology, Tasks and Aims Measure, Inspect, Control, Gauge Terms: Measurand, measurement value, measurement uncertainty, true value, measurement result, inspection, measurement, measurement principle, measurement method, basic size, limiting size, limiting dimension Classification of measurement and inspection equipment Caliper, micrometer screw, indicator Basic principle of Taylor, gauge Gauge block, sinus table, sinus ruler, material measure, angle gauge block
- Basics of dimension measurement (scale and interferometry): Principle of dimension measurement Abbe comparator, scales Principle of Eppenstein Linear encoder, lattice sampling, direction detection, output signals, demodulation,

		detection of signal difference, reference marks, sampling Demodulation deviation: Deviation of quantification, amplitude, offset and phases, Heydemann correction Absolute coded scales; V- and U-sampling, gray code Transversal electromagnetic weave, overlap of weaves, constructive and destructive interferences, polarization of light, requirements for interference, interference of light waves Interference (homodyne principle, heterodyne principle), interference with the Michelson interferometer, classification of interferometer, index of refraction, demodulation on the homodyne and heterodyne interferometer Classification of interferometer, index of refraction, temporal and spatial coherence Laser, He-Ne-laser Setup of interferometer, field of application of interferometer • Geometrical product specification and verification (GPS) Basis of the measurement task description and execution: Geometrical product specification and verification (GPS) Duality principle and operations Definition of terms of geometry elements Standard geometry elements Shape parameter on workpieces System of shape deviations Terms of tolerance Form tolerance and position tolerance System of toleration with the principle of independence • Coordinate measuring technology: Principle, coordinate system, setup, designs Caliper systems Single point measurement, scanning Description of measurement tasks Definition of influences on the measurement result Preparation of the measurement Right choice of caliper, calibration of caliper Definition of a measurement strategy Evaluation of the measurement results Specifications, parameters and inspection • Form inspection technique: Principle, characteristics, measurement tasks, designs Deviation of the swivel guide from an ideal axis Calibration of form measurement systems • Surface measurements: Principles of surface measurements Profilometer, optical surface measurement systems, focus variation, confocal microscope, laser-auto focus variation, interference microscope, white light interferometer Surface parameters in DIN EN ISO Profile analysis according to DIN EN ISO 3274 and DIN EN ISO 4287 Profile parameters Parameters of the material-curve (ISO 13565-2 and ISO 13565-3) Area parameters Scattered light measurement, scattered light parameters
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden können die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen.

		- Die Studierenden können die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken nennen. - Die Studierenden können Messaufgaben, deren Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben. Verstehen - Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernte implementieren. - Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen. - Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und analysieren. - Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung selbstständiges erkennen. - Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I".
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	- Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3 - DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010 - Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9

- Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5
- Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9
- Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2
- Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2
- Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmessstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5
- Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969
- Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 ISBN 978-3-410-21196-9
- Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012

Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik

- [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0
- [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]<http://www.koordinatenmesstechnik.de/>
- [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]<http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html>

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	*Optische Oberflächenmesstechnik:* Überblick Oberflächenabweichungen und Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkungen, Einteilung der optischen Oberflächenmessverfahren, Mikroskope und Komponenten, Messmikroskope, Numerische Apertur, Punktverwaschungsfunktion, Auflösungsvermögen, Modulations-Transfer-Funktion Fokusvariation, Fokusvariation mit strukturierter Beleuchtung, Flying Spot Mikroskop, konfokales Mikroskop (Aufbau, Prinzip, Kennlinie, Nipkow-Scheibe, Scanspiegel, Mikrolinsenarray), Laserscanningmikroskop, konfokaler zwei Wellenlängenfasersensor, chromatischer Weißlichtsensor, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope (Michelson, Mirau, Linnik, Phasenschieber), Weißlichtinterferometer Streulichtmessung *Taktile Formmesstechnik:* Grundlagen der Formmesstechnik, Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben Bauarten von taktilen Formmessgeräten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte, Universalmessgeräte, Tastsysteme) Messabweichungen (Einflussfaktoren, Abweichungen der Drehführung und deren Bestimmung, Abweichungen der Geradführungen) Kalibrierung von Formmessgeräten (Flick-Normale, Vergrößerungsnormale, Kugelnormale, Mehrwellennormale) Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren *Optische Formmesstechnik:* Interferometrische Formmessung (Interferenz gleicher Neigung und gleicher Dicke, Mehrstrahlinterferenz, Fabry-Perot und Fizeauinterferometer, Interferenzfilter, Newtonsche Ringe, Phasenschiebeinterferometer, Demodulation mit Phasenschiebung, synthetische Wellenlänge, Anwendung der Fizeau-Interferometrie, Einfluss der Referenzfläche, Dreiplattentest, Interferometrie streifendem Einfall, Twyman-Green Interferometer, Einsatzgrenzen) Deflektometrische Formmessung (Überblick Deflektometrie, Grundprinzip, Extended Shear Angle Difference Methode, flächenhafte Deflektometrie, Einsatzgrenzen) *Photogrammetrie:* Grundprinzip, Stereophotogrammetrie, passive Triangulation, Grundlagen, aktive Triangulation (Punktriangulation, linienhafte und flächenhafte Triangulation) Streifenlichtprojektion (strukturierte Beleuchtung, Grundprinzip Ein- und Zweikerasysteme, Kodierung Gray Code, Phasenschiebung, Kombinierte Beleuchtung aus Gray Code und Phasenschiebung, Anwendung, Datenverarbeitung, Einsatzgrenzen) *Röntgen-Computertomografie:* Röntgenstrahlung, Grundprinzip der Röntgen-Computertomografie, Aufbau und Scanvarianten, Röntgenstrahlquellen, Strahlungsspektrum, Wechselwirkung mit Material (Photoelektrischer Effekt, Compton Streuung),

		Detektoren, Vergrößerung, Rekonstruktion (Radontransformation, algebraische Rekonstruktion, gefilterte Rückprojektion, Artefakte (Strahlaufhärtung, Ringartefakte, Streustrahlung, Scannerausrichtung), Schwellwertfindung, Anwendung (Defekterkennung, Micro- und Nano-CT, Hochenergie-CT, Multimaterial), Rückführung *Spezifikation und Messung optischer Komponenten:* Zeichnungen für optische Elemente und Systeme, Materialspezifikation, Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Prüfung der Oberflächenformabweichungen (Passe) mit Probegläsern, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, Messung geometrischer Spezifikationen *Mikro- und Nanomesstechnik:* Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoodinatsysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik. • Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben • Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen. Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern. • Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen. • Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren. Anwenden • Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen. • Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren. Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren. • Die Studierenden sind in der Lage Messergebnisse zu hinterfragen und auf dieser Basis die Funktionalität des Messsystems sowie die zum Zeitpunkt der Messung vorherrschenden Messbedingungen zu bewerten.

		Erschaffen Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Eine Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Fertigungsmesstechnik 1" wird empfohlen, ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012 Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9 Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg +Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5 Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9 Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2

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

1	Modulbezeichnung 42918	Fuel cells and electrolyzers no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fuel cells and electrolyzers (2 SWS) Übung: Fuel cells and electrolyzers (Exercises) (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Simon Thiele	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Simon Thiele
5	Inhalt	Fuel cell (FC) and electrolysis cell (ECs) • Application areas • Thermodynamic boundary conditions • Electrochemical basics • Kinetics • Transport processes • State of the art • Characterisation techniques • Open questions and scientific challenges
6	Lernziele und Kompetenzen	Students • are able to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry • understand kinetics to describe the time dependent concentration changes in chemical reactions • apply basic knowledge in thermodynamics and general chemistry • are familiar with basic concepts of electrochemical engineering for fuel cells and electrolyzers • can describe thermodynamics, kinetic effects and electrochemical foundations • understand limitations such as kinetic, ohmic or mass transport limitations • have a solid knowledge on the state of the art • know how to experimentally characterize cells • are able to deduce methods to improve cell technologies by analyzing experimental data
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	To succeed in this course, students will need to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry. 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	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• O'hayre, Ryan; Cha, Suk-Won • Prinz, Fritz B. • Colella, Whitney (2016): Fuel cell fundamentals: John Wiley & Sons.

1	Modulbezeichnung 993143	Fundamentals of Polymer Materials (Polymerwerkstoffe) Fundamentals of Polymer Materials	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fundamentals of Polymer Materials (Polymerwerkstoffe) (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Schubert	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Schubert
5	Inhalt	Grundlegende Konzepte, Theorien und Methoden der Werkstoffkunde der Polymerwerkstoffe werden dargelegt. Das Modul umfasst folgende Themen: Thermodynamische Eigenschaften makromolekularer Lösungen, Molekularmasse und ihre Verteilung, Bestimmungsmethoden der Molekularmasse; Aggregatzustände und mechanisches Verhalten von unvernetzten amorphen und teilkristallinen Polymeren, von Elastomeren und Duromeren; lineares und nichtlineares viskoelastisches Deformationsverhalten, Messverfahren, Rheologie, Zeit- Temperatur-Superpositionsprinzip, Abhängigkeit viskoelastischer Funktionen und anderer Eigenschaften vom molekularen Aufbau.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden können Zusammenhänge zwischen dem molekularen Aufbau polymerer Werkstoffe, ihren Eigenschaften, Fertigungsprozesse und wichtigen Anwendungsfelder wiedergeben und darlegen. Verstehen Die Studierenden erwerben die Fähigkeit Werkstoffeigenschaften von Polymeren Werkstoffen zu erklären und zu veranschaulichen. Anwenden Basiernd auf dem Wissen und Verständnis sind die Studierenden in der Lage Werkstoffzusammensetzungen und Anwendungsfelder zu erklären, zu berechnen und einzordnen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio

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

1	Modulbezeichnung 92350	Geometric Beam Theory no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Geometric beam theory (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	Inhalt	• Vector spaces and smooth manifolds • Continuum and Lagrangian mechanics • Linear beam theory • Finite element formulations Shear locking • Nonlinear beam theory • Finite rotations and Lie groups • Geometrically exact beam
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen The students should: • learn what a smooth manifold is, • learn what vector and tensor fields are, • learn what a variational problem is, • learn how to derive equations of motion variationally; • obtain a good understanding of nonlinear continuum mechanics, • obtain a good understanding of linear and nonlinear beam theory and its relation with continuum mechanics; • become acquainted with Lie groups, Lie algebras and their applications in modern beam theory; • familiarise themselves with basic numerical methods to solve beam problems; • familiarise themselves with Noethers theorem. Anwenden The students will: • perform some coordinate-free operations in the manifold setting; • derive equations of motion for an elastic continuum and beams using variational methods; • apply simple solution methods to solve linear beam problems; work with the Lie groups $SO(2)$, $SO(3)$, $SE(2)$ and $SE(3)$ and their respective algebras; • obtain conservation laws from the application of Noethers theorem.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Basic knowledge of dynamics and statics, elastostatics, linear algebra and some programming in Matlab.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (30 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• R. Abraham and J. E. Marsden. Foundations of mechanics. • Javier Bonet and Richard D. Wood. Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis. • R. Courant and D. Hilbert. Methods of mathematical physics. Vol. I. • Philippe G. Ciarlet. Mathematical elasticity. Studies in Mathematics and its Applications. Three-dimensional elasticity. • M. Fecko. Differential Geometry and Lie Groups for Physicists. • H. Goldstein, C.P. Poole, and J.L. Safko. Classical Mechanics. • D. D. Holm. Geometric mechanics. Part II. Rotating, translating and rolling. • J. Lemaitre and J. L. Chaboche. Mechanics of solid materials. • J. M. Lee. Introduction to Smooth Manifolds. • Julia Mergheim. Lecture notes - Nonlinear Finite Element Methods. July 2011. • Jerrold E. Marsden and Thomas J. R. Hughes. Mathematical foundations of elasticity. • Peter J. Olver. Applications of Lie groups to differential equations. • H.-R. Schwarz. Finite element methods. • J. Simo. A finite strain beam formulation. The three-dimensional dynamic problem. Part I.

1	Modulbezeichnung 97086	Gießereitechnik 1 no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Gießereitechnik 1 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller	

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

Modellherstellung, als auch hinsichtlich der Anforderungen und Wechselwirkungen zwischen Modell- und Formwerkstoff und Zukunftspotential des Verfahrens im Hinblick auf die Additive Fertigung von Metallbauteilen.

- Wissen über die Kopplung von Prozesscharakteristika und Bauteileigenschaften hinsichtlich der unterschiedlichen Wirkungsketten und Prozesseinflüsse sowie die Ursachen und Auswirkungen prozessbedingter Imperfektionen.
- Wissen über Grundlagen und verfahrensspezifische Gestaltungsrichtlinien für das gieß- und bearbeitungsgerechte Konstruieren von metallischen Gussbauteilen.
- Wissen über Neuerungen und aktuelle Entwicklungen im Bereich der Gießtechnik im Hinblick auf aktuelle und zukünftige Schlüsseltechnologien (Micro Casting, Bulk Metals, Vakuumfeinguss)
- Wissen hinsichtlich aktueller Ansätze zur Gestaltung und Umsetzung nachhaltigerer Gießverfahren und Gussbauteilen mit dem Fokus auf Elektrifizierung der Gießaggregate und Wasserstoffeinbindung sowie den Umweltaspekten der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung.
- Wissen über gängige Prüfverfahren zur Qualitätssicherung von Gussbauteilen ()
- Wissen über die prozesstechnischen Grundlagen, Anforderungen und Möglichkeiten fügetechnischer Verfahren in Bezug auf die Anbindung von Gussbauteilen (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 Prüfmethoden für unterschiedliche Bauteilanforderungen
- Umsetzung von Strategien zur Erzielung einer höheren Nachhaltigkeit an einem gegebenen Fallbeispiel
- Auslegung einer geeigneten Fügetechnik um Berücksichtigung anwendungsspezifischer Randbedingungen

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

Analysieren

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

Evaluierten (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

		Bauteile für verschiedenste Anwendungsfelder und gießtechnische Herstellungsverfahren zu gestalten. Des Weiteren sind sie im Stande Bauteilschwachstellen zu identifizieren und Abhilfestrategien zu erarbeiten. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien und Prozessschwerpunkte für neuartige Gießverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung gießtechnischer Produkte anzuwenden. Lern- bzw. Methodenkompetenz Befähigung zur selbständigen Gestaltung von gusstechnischen Produkten und Gießprozessen gemäß erlernten Restriktionen sowie Beurteilung vorhandener Optimierungspotentiale hinsichtlich prozess-, material- und umwelttechnischer Aspekte anhand der erlernten Bewertungsschemata. Selbstkompetenz Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen in fachlicher Hinsicht. Sozialkompetenz Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen konstruktive Rückmeldungen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97085	Grundlagen der Koordinatenmesstechnik no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Grundlagen der Koordinatenmesstechnik (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Koordinatenmesstechnik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

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

		Anwenden Die Studierenden können die Einsatzmöglichkeiten der berührenden und berührungslosen 3D-Koordinatenmesstechnik beschreiben. Analysieren Die Studierenden können den Aufwand zur Durchführung von Messungen mittels Koordinatenmessgerät ermitteln. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden können die Umsetzbarkeit einer Messaufgabe mittels Koordinatenmessgerät beurteilen. Erschaffen Die Studierenden können Messstrategien für Messaufgaben in der Koordinatenmesstechnik planen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	- DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012 - Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 9. Auflage, Springer Verlag, 2018 ISBN 978-3-658-17755-3

1	Modulbezeichnung 94951	Grundlagen der Robotik no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Grundlagen der Robotik (0 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Robotik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Reitelshöfer Julian Seßner	

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

		• Robotersysteme durch den Einsatz von Planungs- und Simulationswerkzeugen zu validieren • sowie Roboter mit Hilfe des Robot Operating Systems zu programmieren und zu steuern.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97007	Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Alexander Hensel Felix Funk	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Der Zweck des Seminars ist die selbstständige Ausarbeitung eines wissenschaftlichen Referats zu einem vorgegebenen Thema aus dem oben genannten Bereich zu erlernen. Hierbei steht im Fokus: • Wissen in einem Spezialgebiet in kurzer Zeit aneignen • Erfahrungen sammeln im freien Vortrag und in der Diskussionsrunde • Schriftliche Ausarbeitung Bewertungskriterien: • Wissenschaftliche Korrektheit • Vortragsstil (freie Rede, Formulierung, Auftreten, Qualität des unterstützenden Materials) • Einhaltung der Redezeit • Selbstständiges Arbeiten • Kommunikation und effiziente Kooperation mit dem Betreuer
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage: • Sich selbstständig in ein wissenschaftliches Themengebiet einzuarbeiten • Wissenschaftliche Literatur effizient auszuwerten • Die Informationen zu sortieren, zu bewerten und zu interpretieren • Die gewonnenen Erkenntnisse in einem präzisen, terminierten Vortrag dem Publikum vorzustellen • Unterstützende Folien sauber, ansprechend, sinnvoll und nach vorgegebenen Kriterien zu erstellen • Die wichtigsten Erkenntnisse auf zwei Seiten schriftlich festzuhalten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)

12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

		• erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema, • vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels der Fertigungsmesstechnik, • erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren, • erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren und technische Sachverhalte zu diskutieren,
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 45496	Herstellung und Funktionalisierung von Polymeren für biomedizinische Anwendungen no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Herstellung und Funktionalisierung von Polymeren für biomedizinische Anwendungen (2 SWS) Praktikum: Praktikum zu Herstellung und Funktionalisierung von Polymeren für biomedizinische Anwendungen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anna Vikulina	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Anna Vikulina
5	Inhalt	• Funktionsprinzip der Turbomaschinen • Leistungsbilanzen, Wirkungsgrade, Zustandsverläufe • Ähnlichkeitskennzahlen • Kennlinien und Kennfelder • Betriebsverhalten • Grundbegriffe der Gitterströmung • Kräfte an Gitterschaufeln • Schaufelgitter • Gehäuse • CFD für Turbomaschinen • Grundlagen Windturbinen • Akustik
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erlernen die Grundlagen der Turbomaschinen • verstehen und erklären Anwendung verschiedener Turbomaschinen • können entsprechend der Anwendung Turbomaschinen in ihren Grundabmessungen auslegen • erlangen ein Grundverständnis für das Betriebsverhalten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung) Modul: Thermodynamik (Empfehlung)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 998986	Höhere Festigkeitslehre Advanced strength of materials	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Höhere Festigkeitslehre (2 SWS) Übung: Übungen zur Höheren Festigkeitslehre (2 SWS) Tutorium: Tutorium zur Höheren Festigkeitslehre (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Sebastian Pfaller	

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

9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur Höhere Festigkeitslehre (Prüfungsnummer: 998986) (englischer Titel: Advanced Strength of Materials) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Prüfungssprache: Deutsch Erstablegung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023	
		1. Prüfer:	Sebastian Pfaller
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	• Szabo: Höhere Technische Mechanik, Berlin:Springer 1977 • Neuber: Technische Mechanik, Zweiter Teil: Elastostatik und Festigkeitslehre, Berlin:Springer 1971 • Lippmann: Mechanik des plastischen Fließens, Berlin:Springer 1981	

1	Modulbezeichnung 92345	Human-centered mechatronics and robotics no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Human-centered mechatronics and robotics (2 SWS) Übung: Human-centered mechatronics and robotics (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	• Human-oriented design methods • Biomechanics - Motions, measurement, and analysis - Biomechanical models Elastic robotics - Elastic actuators - Control methods • Cognitive and physical human-robot interaction • Empirical research methods - Research process and experiment design - Research methods, interferences, and ethics
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to: • Tackle the interdisciplinary challenges of human-centered robot design. • Use engineering methods for modeling, design, and control to develop human-centered robots. • Apply methods from psychology (perception, experience), biomechanics (motion and human models), and engineering (design methodology) and interpret their results. • Develop robotic systems that are provide user-oriented interaction characteristics in addition to efficient and reliable operation.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Ott, C. (2008). Cartesian impedance control of redundant and flexible-joint robots. Springer. • Whittle, M. W. (2014). Gait analysis: an introduction. Butterworth-Heinemann. • Burdet, E., Franklin, D. W., & Milner, T. E. (2013). Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press. • Gravetter, F. J., & Forzano, L. A. B. (2018). Research methods for the behavioral sciences. Cengage Learning. • Further topic-specific text books and selected research articles.

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Björn Eskofier Madeleine Flaucher Wolfgang Mehringer Anastasiya Zakreuskaya
5	Inhalt	Das Modul vermittelt Konzepte, Prinzipien, Modelle, Methoden und Techniken für die effektive Entwicklung von benutzerfreundlichen Mensch-Computer-Schnittstellen. Das Thema moderner Benutzungsschnittstellen wird dabei für klassische Computer aber auch für mobile Geräte, eingebettete Systeme, Automobile und intelligente Umgebungen betrachtet. Die folgenden Themen werden im Modul behandelt: • Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion, historische Entwicklung • Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme • Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers • Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides • Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme • Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen • Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge • Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten • Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung Contents: The module aims to teach basic knowledge of concepts, principles, models, methods and techniques for developing highly user-friendly Human-Computer Interfaces. Beyond traditional computer systems, modern user interfaces are also discussed in the context of automobile and intelligent environments, mobile devices and embedded systems. This module addresses the following topics: • Introduction to the basics of Human-Computer Interaction

		• Design principles and models for modern user interfaces and interactive systems • Information processing of humans, perception, motor skills, properties and skills of the users • Interaction concepts, metaphors, standards, norms and style guides • In- and output devices, design space for interactive systems • Analysis-, design- and development of methodologies and tools for easy-to-use user interfaces • Prototypic implementation of interactive systems • Architectures for interactive systems, User Interface Toolkits and components • Acceptance, evaluation methods and quality assurance
6	Lernziele und Kompetenzen	• Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion. • Sie lernen verschiedene Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile. • Die Teilnahme an der Veranstaltung versetzt Studierende in die Lage, einen Entwicklungsprozess in der Mensch-Computer-Interaktion zu verstehen und umzusetzen. • Sie werden weiterhin in die Lage versetzt, dies vor dem Hintergrund der Informationsverarbeitungsfähigkeit, Wahrnehmung und Motorik des Benutzers zu gestalten. • Passende Methoden der Evaluation sowie Akzeptanz- und Qualitätssicherung werden erlernt. Learning Objectives and Competences: • Students develop an understanding of models, methods and concepts in the field of Human-Computer Interaction. • They learn different approaches for designing, developing and evaluating User Interfaces and their advantages and disadvantages. • Joining the course enables students to understand and execute a development process in Human-Computer Interaction. • Students will be able to do a UI evaluation by learning the basics of information processing, perception and motoric skills of the user. • Appropriate evaluation methods, as well as acceptance and quality assurance aspects, will be learned.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

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

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

		• verstehen und analysieren Verbundentropie und statistische Abhängigkeiten in Bild- und Videodaten • berechnen skalare und vektorielle Quantisierer nach unterschiedlichen Optimierungsvorgaben (minimaler mittlerer quadratischer Fehler, entropiecodiert, eingebetteter Quantisierer) • bestimmen und evaluieren optimale ein- und zwei-dimensionale lineare Prädiktoren • wenden Prädiktion und Quantisierung sinnvoll in einem gemeinsamen DPCM-System an • verstehen das Prinzip und die Effekte von Transformations- und Teilbandcodierung für Bilddaten einschließlich optimaler Bitzuteilungen • beschreiben die Grundzüge der menschlichen visuellen Wahrnehmung für Helligkeit und Farbe • analysieren Blockschaltbilder und Wirkungsweisen hybrider Coder und Decoder für Videosignale • kennen die maßgeblichen internationalen Standards aus ITU und MPEG zur Bild- und Videokompression. The students • visualize multi-dimensional sampling and the influence of motion within the video signal • differentiate and evaluate different methods for lossless image and video coding • understand and analyze mutual entropy and statistical dependencies in image and video data • determine scalar and vector quantization for different optimization criteria (minimum mean square error, entropy coding, embedded quantization) • determine and evaluate optimal one-dimensional and two-dimensional linear predictor • apply prediction and quantization for a common DPCM system • understand the principle and effects of transform and subband coding for image data including optimal bit allocation • describe the principles of the human visual system for brightness and color • analyze block diagrams and the functioning of hybrid coders and decoders for video signals • know the prevailing international standards of ITU and MPEG for image and video compression.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul Signale und Systeme II" und das Modul Nachrichtentechnische Systeme"
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

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

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

		Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage • die geschäftlichen und technischen Treiber und Herausforderungen im Kontext des Industrieanlagen-Geschäfts umfassend zu verstehen, • grundsätzliche Ansätze der Modellbildung bezüglich Systemen und Prozessen zu unterscheiden und zu nutzen • sowie branchen- und domänenübergreifende Engineering-Konzepte, - Methoden und -Prozesse als Basis für eine konkrete Anwendung beurteilen zu können Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der projektbasierten industriellen Branchen, so z. B. im allgemeinen Maschinen-, insbesondere aber im (Groß-) Anlagenbau erforderlich.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94946	Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Industrie 4.0 Anwendungsszenarien in Produktion und Service (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jonathan Fuchs Prof. Dr. Ulrich Löwen	

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

		und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen • aufgrund der vermittelten Beispiele und Methoden durch eine Hinterfragung von Zielen und des wirtschaftlichen Nutzens die oft stark emotional geführten Diskussionen im Kontext von Industrie 4.0 zu versachlichen Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der industriellen Branchen, so z. B. im Automobilbau, der Informatik und Wirtschaftsinformatik, der Elektrotechnik und Medizintechnik und dem Maschinen- und Anlagenbau erforderlich.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 319238	Industrie 4.0 für Ingenieure Industry 4.0 for engineers	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: MHI Industrie 4.0 für Ingenieure (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jonathan Fuchs Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik bietet im Sommersemester die Vorlesung "Industrie 4.0 für Ingenieure" als technisches Wahlmodul an. Diese Ringvorlesung wird von renommierten Mitgliedern der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Montage, Handhabung und Industrierobotik (MHI, www.wgmhi.de) gehalten, die ausgehend von ihren jeweiligen Fachgebieten in den Themenkomplex "Industrie 4.0" einführen. Folgende Themengebiete rund um die Digitalisierung werden unter anderem behandelt: • Industrierobotik • Netzwerk- und Cloudtechnologien • Software und Steuerung • Der Mensch in I4.0 • Industrial Data Science.
6	Lernziele und Kompetenzen	Den Studierenden sollen die Auswirkungen und technischen Ausprägungen des Zukunftsprojekts Industrie 4.0 verdeutlicht und dadurch ein Bewusstsein für diese Entwicklungen geschaffen werden. Zusätzlich soll ein Verständnis für Geschäftstreiber, technische Möglichkeiten und deren Wechselwirkungen sowie branchen- und domänenübergreifende Prozesse und Methoden vermittelt werden. Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage: • die kontroversen und vielschichtigen Diskussionen im Umfeld von Industrie 4.0 in einen konsistenten Gesamtkontext einzuordnen • anhand repräsentativer Beispiele den Unterschied zwischen dem aktuellen Stand der Technik und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen zu verstehen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 92358	Inertial Sensor Fusion no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Inertial Sensor Fusion (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Simon Bachhuber Dr. Ive Weygers	

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

		They are able to track the motion of multi-link kinematic chains, e.g. robotic actuators or human limbs, in three dimensional space.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	- Woodman, O.J. An Introduction to Inertial Navigation; University of Cambridge, Computer Laboratory: Cambridge, UK, 2007. T. Seel, M. Kok, R. McGinnis, "Inertial Sensors Applications and Challenges in a Nutshell", Sensors 2020, 20, 6221. M. Kok, J. D. Hol, and T. B. Schön, "An optimization-based approach to human body motion capture using inertial sensors, IFAC Proceedings Volumes, vol. 47, no. 3, pp. 7985, Jan. 2014. B. Taetz, G. Bleser, and M. Miezal, "Towards self-calibrating inertial body motion capture, in 2016 19th International Conference on Information Fusion (FUSION), Jul. 2016, pp. 17511759. D. Lehmann, D. Laidig, and T. Seel, "Magnetometer-free motion tracking of one-dimensional joints by exploiting kinematic constraints, Proceedings on Automation in Medical Engineering, vol. 1, no. 1, pp. 027027, 2020. D. Laidig, D. Lehmann, M.-A. Bégin, and T. Seel, "Magnetometer-free realtime inertial motion tracking by exploitation of kinematic constraints in 2-dof joints, 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp. 12331238, 2019. M. Caruso, A.M. Sabatini, D. Laidig, T. Seel, M. Knaflitz, U. DellaCroce, A. Cereatti. Analysis of the Accuracy of Ten Algorithms for Orientation Estimation Using Inertial and

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

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

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

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

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	Inhalt	• Concepts and Success Factors of Holistic Production Systems • Production organization in the course of time • The Lean Production Principle (Toyota Production System) • The 7 Types of Waste (Muda) in Lean Production • Visual management as a control and management instrument • Demand smoothing as the basis for stable processes • Process synchronization as the basis for capacity utilization • Kanban for autonomous material control according to the pull principle • Empowerment and group work • Lean Automation - "Autonomation" • Fail-safe operation through Poka Yoke • Total Productive Maintenance • Value stream analysis and value stream design • Workplace optimization (lean manufacturing cells, U-Shape, Cardboard Engineering) • OEE analyses to increase the degree of utilization • Quick Setup (SMED) • Implementation and management of the continuous improvement process (CIP, Kaizen) • Overview of quality management systems (e.g. Six Sigma, TQM, EFQM, ISO9000/TS16949) and analysis tools for process analysis and improvement (DMAIC, Taguchi, Ishikawa) • administrative waste • Specific design of the TPS (e.g. for flexible small-batch production) and adapted implementation of selected international corporations	
6	Lernziele und Kompetenzen	After successfully attending the course, students should be able to • Understand the importance of holistic production systems; • Understand and evaluate Lean Principles in their context; • to evaluate, select and optimise the necessary methods and tools; • To be able to carry out simple projects for the optimisation of production and logistics on the basis of what has been learned in a team.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	

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

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

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

		• erklären und berechnen für die Bilanzanalyse wichtige Kenngrößen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Müller, Leonhard: Handbuch der Elektrizitätswirtschaft. Berlin: Springer, 2. Auflage 2001 Alle gezeigten Folien werden als Kopie zur Verfügung gestellt.

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

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

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

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

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

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

1	Modulbezeichnung 94260	Introduction to atomistic and mesoscale modeling no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

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

1	Modulbezeichnung 65718	Introduction to Machine Learning Introduction to machine learning	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Machine Learning (2 SWS) Übung: Introduction to Machine Learning Exercises (2 SWS) Übung: Introduction to Machine Learning Tutorial (2 SWS)	5 ECTS 1,25 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Paul Stöwer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	Inhalt	Die Vorlesung hat zum Ziel, die Studierenden mit dem prinzipiellen Aufbau eines Mustererkennungssystems vertraut zu machen. Es werden die einzelnen Schritte von der Aufnahme der Daten bis hin zur Klassifikation von Mustern erläutert. Die Vorlesung beginnt dabei mit einer kurzen Einführung, bei der auch die verwendete Nomenklatur eingeführt wird. Die Analog-Digital-Wandlung wird vorgestellt, wobei der Schwerpunkt auf deren Auswirkungen auf die weitere Signalanalyse liegt. Im Anschluss werden gebräuchliche Methoden der Vorverarbeitung beschrieben. Ein wesentlicher Bestandteil eines Mustererkennungssystems ist die Merkmalsextraktion. Verschiedene Ansätze zur Merkmalsberechnung/-transformation werden gezeigt, darunter Momente, Hauptkomponentenanalyse und Lineare Diskriminanzanalyse. Darüber hinaus werden Möglichkeiten vorgestellt, Merkmalsrepräsentationen direkt aus den Daten zu lernen. Die Vorlesung schließt mit einer Einführung in die maschinelle Klassifikation. In diesem Kontext wird der Bayes- und der Gauss-Klassifikator besprochen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erklären die Stufen eines allgemeinen Mustererkennungssystems • verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung • verstehen und implementieren Histogrammequalisierung und -dehnung • vergleichen verschiedene Schwellwertmethoden • verstehen lineare, verschiebungsinvariante Filter und Faltung • wenden verschiedene Tief- und Hochpassfilter sowie nichtlineare Filter an • wenden verschiedene Normierungsmethoden an • verstehen den Fluch der Dimensionalität • erklären verschiedene heuristische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Projektion auf einen orthogonalen Basisraum, geometrische Momente, Merkmale basierend auf Filterung • verstehen analytische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Hauptkomponentenanalyse, Lineare Diskriminanzanalyse • verstehen die Basis von Repräsentationslernen

		• erläutern die Grundlagen der statistischen Klassifikation (Bayes-Klassifikator) • benutzen die Programmiersprache Python, um die vorgestellten Verfahren der Mustererkennung anzuwenden • lernen praktische Anwendungen kennen und wenden die vorgestellten Algorithmen auf konkrete Probleme an
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Ein Mustererkennungssystem besteht aus den folgenden Stufen: Aufnahme von Sensordaten, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion und maschinelle Klassifikation. Diese Vorlesung beschäftigt sich in erster Linie mit den ersten drei Stufen und schafft damit die Grundlage für weiterführende Lehrveranstaltungen (Pattern Recognition und Pattern Analysis).
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Vorlesungsfolien • Heinrich Niemann: Klassifikation von Mustern, 2. überarbeitete Auflage, 2003 • Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas: Pattern Recognition, 4. Auflage, Academic Press, Burlington, 2009 • Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2. Auflage, John Wiley & Sons, New York, 2001

1	Modulbezeichnung 95380	Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Peter Feuser Prof. Dr. Paul Dick	

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

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

1	Modulbezeichnung 95370	Karosseriebau - Werkzeugtechnik no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Karosseriebau - Werkzeugtechnik (SWS)	-
3	Lehrende	Dr. Peter Feuser Prof. Dr. Paul Dick	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	Inhalt	Es wird die Prozesskette der Blechteilerstellung für den Karosseriebau dargestellt. Nach der ersten Machbarkeitsanalyse der Bauteile durch Umformsimulation und Prototypenbau folgt letztendlich die Serienfertigung. Dabei stehen insbesondere die Werkzeugtechnik im Fokus, sowie der stückzahlgerechte Werkzeugbau in der Prototypenphase und der Aufbau robuster Serienwerkzeuge. Zur Vorlesung gehört darüber hinaus eine Exkursion zum PT- und Serienwerkzeugbau der Mercedes Car Group in Sindelfingen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozesskette, die von der Idee zur Serienfertigung durchlaufen wird. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden sind in der Lage Bauteilanforderungen anhand des Einsatzbereichs zu evaluieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 779501	Kommunikation in Technik-Wissenschaften Communication in engineering sciences	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kommunikation in Technik-Wissenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich	

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

Ablauf und Vorbereitung mündlicher Prüfungen, Ablauf und Vorbereitung schriftlicher Prüfungen, allgemeine Vorbereitung auf einen Prüfungsabschnitt, Erwerb von Wissen und Können

6 Normung und Normen in der Technik
Begriffe, Zuständigkeiten, Grundbegriffe bei Gleichungen: physikalische Größen große Zahlen, kleine Zahlen, Einheiten und Skalenpräfixe, relevante Normen finden, Beispiele

7 Kommunikation mit der Vergangenheit: Schrifttum und Recherche
Formen wissenschaftlichen Schrifttums, richtiges Zitieren, Wege der Literaturrecherche, Sonderfall Patent-Recherche

8 Kommunikation mit der Zukunft: Protokolle und Patente
Sammeln und Sichern von Arbeits-/Forschungsergebnissen, Umgang mit theoretischen und experimentellen Arbeitsergebnissen, Logistik, Fehler und Korrekturen, rechtliche Absicherung durch Patentieren

9 Publikationen erstellen: Texte
Arten wissenschaftlicher Publikationen, Organisation von Herstellung und Inhalt, formale Regeln, angemessene Schreibstile, Beispiele

10 Publikationen erstellen: Graphik
richtige Gestaltung, Herstellung von Photographien technischer Objekte, technische Zeichnungen, Herstellungsanweisungen, Schaltpläne der Elektrotechnik, Graphen von funktionalen Zusammenhängen, Beispiele

11 Vorträge von der Zuhörerschaft her planen
Vortragscharaktere, Sprache, Niveau, Logistik, Technik, Zeitplanung

12 Vorträge inhaltlich aufbereiten
inhaltliche Planung, Bildmaterial erstellen und aufbereiten, Sprechtext gliedern und formulieren, Sprechen und Projizieren

13 Vorträge gut präsentieren
akustische Qualität des Sprechens, der Sprecher als Person, Technik der Bildpräsentation, Verkopplung von Sprechen und Projizieren, Beherrschung der Diskussion, Bewertung nach den sogenannten ABOS"-Kriterien

14 Publikationen und Vorträge prüfen
Kommunikations-Fehler beim Planen/Reagieren, Sprechen/Hören, Zeichnen, Schreiben/Lesen, bei Gesprächen, Vorträgen und Diskussionen erkennen und vermeiden

15 Kommunikation mit der Nicht-MINT-Welt
Inter-MINT-Kommunikation, Herausforderungen und Stil bei der Kommunikation mit der Nicht-MINT-Welt, aufklärende Kommunikation zu kontroversen Themen, Wort contra Graphik, Manipulative Information und Desinformation, Kritischer Verstand" bei der Beurteilung von Nachrichten, wie sieht die Nicht-MINT-Welt uns?

17 Grundkonzepte der Kommunikationspsychologie
Merkmale von Kommunikation zwischen Menschen, Kommunikation und Verhalten, Struktur in Kommunikationsabläufen: Interpunktion, nicht-sprachliche Ausdrucksmittel, Beziehungsformen, Störungen in der Kommunikation, Aspekte von Mitteilungen, explizite und implizite Botschaften, Kongruenz und Inkongruenz, Konstruktion beim Empfänger, Metakommunikation

18 Kommunikationsstile und Persönlichkeitstypen

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

- Arbeits- und Forschungsergebnisse protokollieren und sichern
- Vorträge und Präsentationen anlaßgerecht planen, erstellen und präsentieren

Selbstkompetenz

Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung:

Die Studierenden können:

- naturwissenschaftliche Aussagen und Beziehungen als Modelle verstehen
- manipulative Information und Kommunikation als solche erkennen, benennen und richtigstellen
- Nachrichten und Aussagen mit kritischem Verstand beurteilen
- Wahrnehmung der eigenen Fachwissenschaft und der eigenen Person als Vertreter derselben durch die "Nicht-MINT-Welt" richtig einschätzen

Sozialkompetenz

Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen:

Die Studierenden können:

- Vorträge und Präsentationen im Hinblick auf die Zuhörerschaft planen
- Präsentationstechniken hinsichtlich Aufmerksamkeitsführung, Blickkontakt zum Publikum, Qualität des optischen Materials und der akustischen Qualität bewerten
- Kommunikations-Fehler bei Fachkommunikation, bei Gesprächen, Vorträgen und Diskussionen erkennen und vermeiden
- zu Aussagen und Ergebnisse der eigenen Fachwissenschaft mit Nicht-Fachleuten geeignet kommunizieren und dabei aufklärende Kommunikation zu kontroversen Themen pflegen
- Merkmale von Kommunikation zwischen Menschen wiedergeben und verstehen
- Kommunikation als Verhalten bzw. Gesamtheit aus Sprach- und Zeichenkommunikation, paralinguistischen Ausdrucksweisen und nicht-sprachlichen Ausdrucksmitteln verstehen
- Kommunikationsabläufen im Hinblick auf die Wahrnehmung durch die Beteiligten strukturieren
- Hierarchiebeziehungen in Kommunikationssituationen erkennen, einordnen und damit umgehen
- Störungen in Kommunikationsabläufen erkennen und ihnen begegnen, z.B. durch Metakommunikation
- verschiedene Aspekte von Mitteilungen in der zwischenmenschlichen Kommunikation erkennen und geeignet reagieren
- explizite und implizite Botschaften bei Kommunikationsvorgängen unterscheiden und hinsichtlich Kongruenz analysieren
- mit Bewusstsein für die Konstruktion individueller Wirklichkeiten bei Kommunikationsabläufen agieren

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

		- Stile, Werte und Persönlichkeitsentwicklung 3 - Das Innere Team" und situationsgerechte Kommunikation Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek, 1: 1981, 2:1989, 3:1998

1	Modulbezeichnung 95250	Konstruieren mit Kunststoffen Plastic construction	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Konstruieren mit Kunststoffen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

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

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Abgeschlossene GOP
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	G.W. Ehrenstein: Mit Kunststoffen konstruieren - Eine Einführung; Hanser Verlag München Wien; ISBN 3-446-21295-7

1	Modulbezeichnung 46950	Kunststoffe und ihre Eigenschaften Plastics and their properties	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kunststoffe und ihre Eigenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

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

		• erstellen anforderungsbezogene Bewertungen der verschiedenen Kunststoffe und bewerten die Auswahl eines Kunststoffs für einen beispielhaften Anwendungsfall. • erarbeiten eine Werkstoffsubstitution mit einem passenden Kunststoff: Bewertung des einzusetzenden Kunststoffs sowie Auswahl eines geeigneten Fertigungsverfahrens (Wissenstransfer aus den Vorlesungen Produktionstechnik und Kunststoffverarbeitung).
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 46910	Kunststoff- Fertigungstechnik Polymer production technology	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kunststoff-Fertigungstechnik (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

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

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

1	Modulbezeichnung 95260	Kunststoffverarbeitung	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kunststoffverarbeitung (SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

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

		• Klassifizieren die einzelnen Prozessschritte der jeweiligen Verfahren hinsichtlich Kenngrößen wie bspw. Zykluszeit und Energieverbrauch. • Analysieren und benennen die auftretenden Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Fertigung spezieller Kunststoffbauteile. • Können Kriterien für die Fertigung aus gegebenen Bauteilanforderungen ableiten und davon geeignete Fertigungsverfahren oder Kombinationen auswählen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Abgeschlossene GOP
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Michaeli, W.: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Hanser Verlag 2004 Limper, A.: Verfahrenstechnik der Thermoplastextrusion, Hanser Verlag 2011 Ehrenstein, G.W.: Handbuch Kunststoff-Verbindungstechnik, Hanser Verlag 2004 Johannaber, F.: Handbuch Spritzgießen, Hanser Verlag 2001

1	Modulbezeichnung 988980	Laser in der Medizintechnik no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Laser in der Medizintechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Mathias Glasmacher	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Mathias Glasmacher
5	Inhalt	Einleitung mit Überblick Medizintechnik und Einführung in die Grundsätzliche Eigenschaften der Laserstrahlung Systemtechnik, Strahlführung und Strahlformung von medizinischen Lasersystemen Wechselwirkung Laserstrahlung Gewebe Anwendungen des Lasers in der Medizin Zulassungsverfahren / Klinische Studien
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Lernenden können den Aufbau und die Funktion für die Medizin und Medizintechnik relevanter Licht- und Laserstrahlquellen erläutern. Die Lernenden können die besonderen Herausforderungen der Medizin an die Lasertechnik erläutern. Die Lernenden können Anwendungen des Lasers in der Medizin mit Schwerpunkt auf die Ophthalmologie darstellen. Die Lernenden können Lösungsansätzen für medizinische Aufgabenstellungen im Bereich der Lasertechnik erarbeiten. Die Lernenden können die Vorteile der Lasertechnik bei der Lösung medizinischer Problemstellungen erklären. Die Lernenden können die Besonderheiten der Laserstrahlwechselwirkung mit Gewebe erläutern. Die Lernenden können die Problematik der Zulassung medizinischer Laseranlagen und deren Berücksichtigung bei der Entwicklung erläutern.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 95360	Lasersystemtechnik 1 Laser systems engineering 1	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Lasersystemtechnik 1 (2 SWS)	-
3	Lehrende	Sven Ackermann Prof. Dr. Peter Hoffmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Hoffmann
5	Inhalt	• Einführung: Weltmarkt für Lasersysteme, Strahlquellen und deren Anwendung in der Materialbearbeitung • Grundlagen zur Ausbreitung und Fokussierung von Laserstrahlung • CO₂-Lasieranlagen: Strahlerzeugung, Bauformen für Strahlquellen, Strahlführung und formung, Anlagenbeispiele, Anwendungen • Festkörper-Lasieranlagen: Strahlerzeugung, Bauformen, Strahlführung über Lichtleitkabel, Strahlformung, Anlagenbeispiele, Anwendungen • Hochleistungsdioden-Lasieranlagen: Strahlerzeugung, Strahlführung und formung, Anlagenbeispiele, Anwendungen • Neuere Entwicklungen bei Strahlquellen und Lasieranlage • Introduction: Global Market for Laser Systems, Beam Sources and their application in material processing • Fundamentals of Propagation and Focussing of laser radiation • CO₂-Laser Systems: Beam Generation, design of beam sources, beam guidance and shaping, examples of systems, Applications • Solid-State-Laser Systems: Beam Generation, design, beam guidance via light conducting cable, beam shaping, examples of systems, Applications • High-Power-Diode-Laser Systems: Beam Generation, beam guidance and shaping, examples of systems, Applications • Novel developments in beam sources and Laser Systems
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können den Weltmarkt für Lasersysteme, Strahlquellen und deren Anwendung in der Materialbearbeitung korrekt beschreiben. Die Grundlagen zur Ausbreitung und Fokussierung von Laserstrahlung werden so weit beherrscht, dass die Lernenden im Rahmen der geometrischen Optik überschlagsweise die Auslegung von Anlagen berechnen können. Bauformen für CO ₂ -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 Lasieranlagen berichten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97283	Lasersystemtechnik II	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Lasersystemtechnik 2 (2 SWS)	-
3	Lehrende	Sven Ackermann Prof. Dr. Peter Hoffmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Hoffmann
5	Inhalt	1.Programmierung von Laseranlagen, Führungsverhalten 2.Erzeugung von Verfahrbefehlen und deren Umsetzung in eine Vorschubbewegung 3.Kommunikationstechniken für die Steuerung und Automatisierung von Laseranlagen 4.Neuere Entwicklungen für Laserroboter" 5.Spanntechnik für das Laserstrahlschneiden 6.Spanntechnik für das Laserstrahlfügen 7.Sicherheit von Laseranlagen Exkursion zur ERLAS GmbH
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können die Programmierung von Laseranlagen und Führungsverhalten zusammenfassend darstellen. Die Erzeugung von Verfahrbefehlen und deren Umsetzung in eine Vorschubbewegung kann von den Lernenden erklärt und berechnet werden. Die Lernenden sind in der Lage, Kommunikationstechniken für die Steuerung und Automatisierung von Laseranlagen zu unterscheiden und einzuordnen. Sie können neuere Entwicklungen für Laserroboter beschreiben und nach ihrer Eignung für Anwendungsfälle einteilen. Spanntechnik für das Laserstrahlschneiden und Laserstrahlfügen können die Lernenden skizzieren. Maßnahmen zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit von Laseranlagen können die Lernenden erläutern.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (20 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

		einfache leistungselektronische Wandler entwerfen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	[1] Franz Zach: Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-04898-3 [2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4 [3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8 [4] Ulrich Schlien: Schaltnetzteile und ihre Peripherie. Vieweg, ISBN 3-528-03935-3 [5] Albach M.: Induktivitäten in der Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-15080-8 [6] Tursky W., Reimann T., et al.: Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. Semikron, ISBN 978-3-938843-56-7 [7] Volke A., Hornkamp M.: IGBT Modules. Infineon, ISBN 978-3-00-040134-3 [8] Kenneth L. Kaiser: Electromagnetic Compatibility Handbook. CRC Press, ISBN 0-8493-2087-9 [9] Hofer K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, ISBN 3-8007-2067-1

1	Modulbezeichnung 97130	Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics Linear continuum mechanics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zur Linearen Kontinuumsmechanik (2 SWS) Vorlesung: Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (2 SWS) Übung: Übungen zur Linearen Kontinuumsmechanik (2 SWS) Sonstige Lehrveranstaltung: Tutoreneinführung zur Linearen Kontinuumsmechanik (2 SWS)	- - - -
3	Lehrende	Dominic Soldner Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann Emely Schaller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann
5	Inhalt	Grundlagen der geometrisch linearen Kontinuumsmechanik • Geometrisch lineare Kinematik • Spannungen • Bilanzsätze Anwendung auf elastische Problemstellungen • Materialbeschreibung • Variationsprinzip Contents Basic concepts in linear continuum mechanics • Kinematics • Stress tensor • Balance equations Application in elasticity theory • Constitutive equations • Variational formulation
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • beherrschen das Tensorkalkül in kartesischen Koordinaten • verstehen und beherrschen die geometrisch lineare Kontinuumskinematik • verstehen und beherrschen geometrisch lineare Kontinuumsbilanzaussagen • verstehen und beherrschen geometrisch lineare, thermoelastische Kontinuumsstoffgesetze • verstehen und beherrschen den Übergang zur geometrisch linearen FEM The students • master tensor calculus in cartesian coordinates • understand and master geometrically linear continuum kinematics • understand and master geometrically linear continuum balance equations

		• understand and master geometrically linear, thermoelastic material laws • understand and master the transition to geometrically linear FEM		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnisse aus dem Modul "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre" Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.		
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 71301) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5.0 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Prüfungssprache: Deutsch und Englisch Erstablegung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023 <table><tr><td>1. Prüfer:</td><td>Paul Steinmann</td></tr></table>	1. Prüfer:	Paul Steinmann
1. Prüfer:	Paul Steinmann			
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)		
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester		
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch		
16	Literaturhinweise	• Malvern: Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall 1969 • Gurtin: An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press 1981		

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

1	Modulbezeichnung 95068	Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Thomas Altstidl	

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	Inhalt	This is an advanced course with a focus on deep learning (DL) techniques that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers - Extended introduction into fundamental concepts of deep neural networks (DNN) - In-depth review of various optimization techniques for learning neural network parameters - Specification of several regularization techniques for neural networks - Theoretical understanding of application-specific neural network architectures (such as convolutional neural networks (CNN) for images and recurrent neural networks (RNN) for time series)
6	Lernziele und Kompetenzen	After successfully participating in this course, students should be able to - discuss advantages and disadvantages of different optimization techniques - design a suitable and promising neural network architecture and train it on existing data using Python and Keras - choose a suitable regularization technique in case of problems
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h

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

1	Modulbezeichnung 95067	Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Thomas Altstidl Prof. Dr. Nico Hanenkamp Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	Inhalt	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 • Introduction to Python programming in the field of data science • Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction) • Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN)) • Practical application of these machine learning methods on engineering problems
6	Lernziele und Kompetenzen	After successfully participating in this course, students should be able to • independently recognize the task domain at hand for new applications • select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties • apply the chosen methodology to the given problem using Python
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester

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

1	Modulbezeichnung 95067	Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Thomas Altstidl Prof. Dr. Nico Hanenkamp Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	Inhalt	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 • Introduction to Python programming in the field of data science • Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction) • Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN)) • Practical application of these machine learning methods on engineering problems
6	Lernziele und Kompetenzen	After successfully participating in this course, students should be able to • independently recognize the task domain at hand for new applications • select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties • apply the chosen methodology to the given problem using Python
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester

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

1	Modulbezeichnung 668129	Machine Learning in Communications Machine learning in communications	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning in Communications (4 SWS) Übung: Tutorial for Machine Learning in Communications (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Nikita Shanin	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Laura Cottatellucci
5	Inhalt	Recently, in many areas of wireless communications such as wireless sensor networks (WSNs), heterogeneous networks and complex ad hoc networks, distributed graph algorithms and machine learning on graphs are gaining relevance as fundamental tools in network analysis and information processing. This motivates to deliver a general introduction to fundamentals of machine learning such as detection of clusters on graphs. The introduction is followed by the application of machine learning to the design of physical and data layer techniques in wireless communications and in the optimization of mobile networks.
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • know and explain the fundamentals of machine learning with special attention to machine learning over graphs. • apply these principles in the design and optimisation of wireless communications systems and mobile networks.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler
5	Inhalt	This course is an introduction into machine learning and artificial intelligence. The special emphasis is on applications to modern signal processing problems. The course is focused on design principles of machine learning algorithms. The lectures start with a short introduction, where the nomenclature is defined. After this, probabilistic graphical models are introduced and the use of latent variables is discussed, concluding with a discussion of hidden Markov models and Markov fields. The second part of the course is about deep learning and covers the use of deep neural networks for machine learning tasks. In the last part of the lecture, the use of deep neural networks for speech processing tasks is introduced. The course is based on the materials and video footage from Dr. Roland Maas. He is an outstanding machine learning expert and a former member of the Chair of Multimedia Communications and Signal Processing.
6	Lernziele und Kompetenzen	After attending the lecture, students will be able to • understand regression and classification problems • apply PDF estimation algorithms • understand Gaussian mixture models and expectation-maximization • apply principal component analysis and independent component analysis • assess different estimation algorithms • explain the application of machine learning to system identification • apply hidden Markov models • understand different artificial neural network architectures • explain deep learning principles • apply artificial neural networks • devise learning strategies for deep neural networks • assess the application of deep neural networks for speech processing tasks.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

		Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich/mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich/mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Literature: • C. M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, http://www.research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/PRML • S. Theodoridis and K. Koutroubas: Pattern Recognition • M. Nielsen: Neural Networks and Deep Learning.

1	Modulbezeichnung 45430	Maschinenakustik Machine acoustics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Maschinenakustik (0 SWS) Übung: Übung zu Maschinenakustik (0 SWS)	- -
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Becker	

4	Modulverantwortliche/r	apl.Prof.Dr. Stefan Becker
5	Inhalt	• Grundsätze der technischen Lärmbekämpfung • Größen, Grundbegriffe, Phänomene der technischen Akustik • Grundlagen des Luftschalls • Grundlagen des Körperschalls • Geräuscentstehung in Maschinen und Anlagen • Mechanische Geräuschquellen • Strömungsakustik • Strömungsakustische Multipole • Strahl- und Rotorlärm • Fluid-Struktur-Akustik Interaktion • Numerische Berechnungsverfahren • Grundprinzipien der Gestaltung lärmarmen Produkte und Anlagen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • kennen und anwenden die Grundlagen und die Theorie des strömungs- und strukturinduzierten Schalls • verstehen für die Industrie relevante Fragen der Lärmbekämpfung • erarbeiten Lösungen zur Lärminderung • können experimentelle und numerische Verfahren in der Behandlung der strömungs- und strukturinduzierten Schalls einsetzen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung) Modul: Technische Akustik (Empfehlung) Modul: Thermodynamik (Empfehlung)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein	
5	Inhalt	Es werden aufbauend auf die in dem Modul Umformtechnik" behandelten Prozesse begrenzt auf die sog. zweite Fertigungsstufe, d.h. Stückgutfertigung - die dafür erforderlichen Umformmaschinen und Werkzeuge vertieft. Im Bereich der Umformmaschinen bilden arbeitsgebundene, kraftgebundene und weggebundene Pressen wie auch die aktuellen Entwicklungen zu Servopressen den Schwerpunkt. In der Thematik der Werkzeuge werden Aspekte wie Werkzeugauslegung, Werkzeugwerkstoffe und Werkzeugherstellung betrachtet, insbesondere auch Fragen der Lebensdauer, Beanspruchung und Beanspruchbarkeit sowie die Möglichkeiten zur Verschleißminderung und Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit. Dabei werden auch hier neben den Grundlagen auch aktuelle Entwicklungen angesprochen, wie z.B. in Bereichen der Armierung, Werkstoff und Beschichtungssysteme.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen • ◦ Die Studierenden können das erworbene Wissen anwenden, um für die Bandbreite umformtechnischer Prozesse (Blech/Massiv, Kalt/Warm) mit den unterschiedlichsten Anforderungen (Bauteilgröße, Geometriekomplexität, Losgröße, Hubzahl, etc.) für den jeweiligen Fall geeignete Maschinen und Werkzeuge auszuwählen. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden sind in der Lage, die Wirkprinzipien der Maschinen zu beschreiben, zu differenzieren, zu klassifizieren und mit Hilfe von Kenngrößen zu bewerten - Die Studierenden können die getroffene Auswahl an Werkzeugmaschinen und Werkzeugen entsprechend der vermittelten Kriterien begründen bzw. gegenüber Alternativen bewerten und abgrenzen. - Die Studierenden sind in der Lage, Werkzeuggestaltung, Werkzeugwerkstoffauswahl entsprechend den unterschiedlichen Prozessen der Blech- und Massivumformung einzuordnen und zu bewerten	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	

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

1	Modulbezeichnung 537468	Materialmodellierung und -simulation Material modeling and simulation (TAF solid mechanics and dynamics)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Materialmodellierung und -simulation (4 SWS)	-
3	Lehrende	PD Dr. Julia Mergheim	

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

		Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.		
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich Sprache der Prüfung: Englisch Language of examination: English Materialmodellierung und -simulation (TAF Solid Mechanics and Dynamics) (Prüfungsnummer: 537468)(englischer Titel: Material modeling and simulation (TAF Solid Mechanics and Dynamics)) Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablegung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024 <table><tr><td>1. Prüfer:</td><td>Julia Mergheim</td></tr></table>	1. Prüfer:	Julia Mergheim
1. Prüfer:	Julia Mergheim			
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)		
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester		
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch		
16	Literaturhinweise	• Simo and Hughes: Computational Inelasticity. Springer-Verlag, 2000. • Lemaitre and Chaboche: Mechanics of Solid Materials. Cambridge University Press, 1990. • Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials. Springer Verlag, 2000. • Ottosen and Ristinmaa: The Mechanics of Constitutive Modeling. Elsevier, 2005.		

1	Modulbezeichnung 92347	Mechatronic components and systems (MCS) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronic components and systems (2 SWS) Übung: Mechatronic components and systems (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	System thinking and integration - Interactions of hardware and software - Engineering design methods Mechanical components - Energy conductors and transformers - Control elements and energy storages Actuators - Electrodynamical and electromagnetic actuators - Fluid actuators and unconventional actuators - Sensors for measuring mechanical quantities - Control and information processing
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to: - Holistically understand mechatronic systems and optimize them using methods of system integration, control, and information processing. - Grundlegende mechanische Komponenten unterscheiden, charakterisieren, modellieren und im Rahmen des Systementwurfs auswählen und dimensionieren. - Distinguish, characterize, model, and select basic mechanical components to dimension them in terms of system design. - Describe electrodynamic, electromagnetic, fluid power, and unconventional actuators phenomenologically and mathematically to dimension them considering the overall system. - Describe sensors for measuring mechanical quantities phenomenologically and mathematically and dimension them taking into account the overall system.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker. • Isermann, R. (2007). Mechatronische Systeme: Grundlagen. Springer. • Janocha, H. (Ed.). (2013). Aktoren: Grundlagen und Anwendungen. Springer

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm	
5	Inhalt	Aktuelle Innovationsthemen der Mechatronik am Beispiel Werkzeugmaschine: • Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services • Integrierte, softwarebasierte Sicherheitstechnik • Simulationswerkzeuge zur Optimierung von Entwicklung und Einsatz von Werkzeugmaschinen Mechatronische Systeme im allgemeinen Maschinenbau: Übertragung der Konzepte d. Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen • Druckmaschinen als Beispiel modularer Maschinenkonzepte • Kunststoffmaschinen als Beispiel für kombinierte Bewegungs- und Prozessführung • Mechatronische Systeme in der medizinischen Bildgebung (Exkursion)	
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • elektronische Sicherheitstechnik in mechatronischen Systemen darzustellen und zu erläutern. • mechatronische Systemoptimierung für NC-gesteuerte Werkzeugmaschinen durch steuerungs-basierte Kompensation durchzuführen. • mechatronische Systemoptimierung durch Simulation durchzuführen. • Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services zu erklären. • eine mechatronische Analyse unterschiedlicher Maschinen durchzuführen. • Anforderungen von mechatronischen Systemen zu bestimmen und sie zu entwickeln.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)	

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

1	Modulbezeichnung 97252	Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen no english module name available for this module	7,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen (6 SWS)	7,5 ECTS
3	Lehrende	Tamara Reuter Prof. Dr. Hinnerk Hagenah	

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

		* • Produktionstechnik • Qualitätsmanagement • Stochastik (Ingenieurmathematik) *
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 837601	Mikromechanik no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mikromechanik (2 SWS)	-
3	Lehrende	PD Dr. Julia Mergheim	

4	Modulverantwortliche/r	PD Dr. Julia Mergheim
5	Inhalt	• Grundlagen der linearen Kontinuumsmechanik • Elastizität • mean-field approaches und variational bounding methods • numerische Homogenisierung • FE² Methode • weitere Multiskalen-Methoden
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • sind vertraut mit den theoretischen Grundlagen der Mikromechanik • können analytische Homogenisierungsmethoden einsetzen • kennen geeignete Homogenisierungsverfahren
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundkenntnisse in Kontinuumsmechanik Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich • Mikromechanik (Prüfungsnummer: 837601) • Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet • • 1. Prüfer: Julia Mergheim
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober
5	Inhalt	Modern communication systems employ multiple antennas at the transmitter and/or receiver creating a multiple-input multiple-output (MIMO) system. This course covers the fundamental mathematical and communication theoretical concepts necessary for the design and analysis of MIMO communication systems. Relevant topics include MIMO Channel Capacity, Receive Diversity, Transmit Diversity, Space-Time Coding, Spatial Multiplexing, MIMO Transceiver Design, Multi-user MIMO, Massive MIMO, Relay-based MIMO, and applications in modern communication systems.
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • learn about different MIMO channel models, • analyze MIMO communication systems with respect to their channel capacity and reliability, • determine MIMO figures of merit such as coding gain, diversity gain, and multiplexing gain, • compare and evaluate different MIMO receiver designs, • characterize the rate region of multiuser systems, • analyze massive MIMO systems, • discuss the advantages and disadvantages of different relay network architectures. Die Studierenden • lernen verschiedene MIMO-Kanalmodelle kennen, • analysieren MIMO-Kommunikationssysteme hinsichtlich der Kanalkapazität und Zuverlässigkeit, • ermitteln MIMO-Kenngrößen wie Codierungsgewinn, Diversitätsgewinn und Multiplexgewinn, • vergleichen und beurteilen verschiedene MIMO-Empfangsstrategien, • charakterisieren die Ratenregion von Mehrteilnehmersystemen, • analysieren Massive-MIMO-Systeme, • diskutieren die Vor- und Nachteile verschiedener Relaisnetzwerkarchitekturen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Basic course in communications
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 43141	Mobile Communications Mobile communications	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Mobile Communications - Tutorial (1 SWS) Vorlesung: Mobile Communications (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	Inhalt	History of mobile communications, cellular systems, sectorization, spectral efficiency, co-channel interference, adjacent-channel interference, near-far effect, cellular network architecture, antenna types and parameters, free space propagation, reflection, attenuation, diffraction, scattering, classification of channel models, ground reflection model, Okumura-Hata model, shadowing, narrow-band fading, time-variant channels, scattering function, delay-Doppler spectrum, diversity principles, combining methods, diversity gain, multiplexing, duplexing, digital modulation, Gaussian filtered minimum shift keying, basics of channel coding, interleaving, global system for mobile communications, physical versus logical channels, frame structure, call set-up, synchronization, channel estimation, hand-off
6	Lernziele und Kompetenzen	The students explain the cellular structure of mobile communication systems. They students explain the physical mechanics of radio wave propagation in the cm-band. The students explain the GSM cellular communications standard. The students discuss the pros and cons of several multiple-access and duplexing methods. The students discuss the pros and cons of several modulation and coding formats. The students decide which antenna type is suitable for a given morphological structure of the environment. The students predict the amplitude and dynamic of the attenuation between a mobile transmitter and a fixed receiver. The students utilize diversity methods to improve the link quality. The students determine the coverage probability of a given cellular communication system. The students collaborate on solving exercise problems. The students discuss which system solutions fit to which environments.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Marco Pruckner
5	Inhalt	In der Vorlesung Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen werden systemtechnische Planungs- und Analysemethoden behandelt, die zur Lösung komplexer und interdisziplinärer Entscheidungsaufgaben in der Energiewirtschaft eingesetzt werden. Dabei werden die wichtigsten Methoden und Verfahren anhand praktischer Fragestellungen (z.B. Ausbau erneuerbarer Energien, Zunahme der Elektromobilität) aus der energiepolitischen Planung vermittelt und die Bewältigung technisch-ökonomischer Probleme verdeutlicht. Zu den eingesetzten Tools zählen die Statistiksoftware R, AnyLogic und IpSolve. Vorkenntnisse im Umgang mit diesen Werkzeugen ist nicht zwingend erforderlich. In den Übungen werden Einführungen in die genannten Softwarepakete gegeben.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • unterscheiden Probleme und Herausforderungen, die mit dem Energieumstieg verbunden sind, • erfassen die Vorteile und die Anwendungsmöglichkeiten computergestützter Planungsmethoden im Energiebereich, • analysieren verschiedene Problemstellungen und setzen Lösungen dafür um, • erlernen verschiedene Methoden der Datenanalyse, Optimierung und Simulation.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio
11	Berechnung der Modulnote	Portfolio (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

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

1	Modulbezeichnung 96841	Multiphysics Systems and Components no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Multiphysikalische Systeme und Komponenten (2 SWS) Vorlesung: Multiphysikalische Systeme und Komponenten (0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Angelika Thalmayer Dr. Jens Kirchner	

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

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

1	Modulbezeichnung 687141	Multiusuer Information and Communications Theory Multiuser information and communications theory	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Multiuser Information and Communications Theory (1 SWS) Vorlesung: Multiuser Information and Communications Theory (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Saba Asaad Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

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

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• El Gamal, A., Kim, Y.: Network Information Theory, Cambridge University Press, 2011 • Cover, T., Thomas, J.: Elements of Information Theory, 2nd ed., Wiley, Hoboken, 2006 • Verdú, S.: Multiuser Detection, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1998 • Tse, D., Viswanath, P.: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.

1	Modulbezeichnung 44260	Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements Nonlinear finite elements	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Nichtlineare Finite Elemente (2 SWS) Vorlesung: Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dominic Soldner PD Dr. Julia Mergheim	

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

		einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten) Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (Prüfungsnummer: 42601) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 5.0 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablegung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023, 2. Wdh.: keine Wiederholung 1. Prüfer: Julia Mergheim
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Literaturhinweise	• Wriggers: Nichtlineare Finite Element Methoden, Springer 2001 • Crisfield: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Wiley, 2003

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

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

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnisse aus den Modulen "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre" und "Lineare Kontinuumsmechanik" Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.		
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Sprache der Prüfung: Deutsch und Englisch Language of examination: German and English Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 72601) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablingung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024 <table><tr><td></td><td></td></tr></table> Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 342006) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablingung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024		
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)		
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester		
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Betten: Kontinuumsmechanik, Berlin:Springer 1993 • Altenbach, Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Stuttgart:Teubner 1994

1	Modulbezeichnung 92529	Nonlinear Control Systems no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Nonlinear Control Systems - Exercises (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Nonlinear Control Systems (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Daniel Landgraf Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	Inhalt	Many control problems are nonlinear by nature. Classical control methods are based on linear approximations or a linearization of these systems in the neighborhood of setpoints to be controlled. In contrast to linear control theory, this module focuses on advanced nonlinear methods for the analysis and control of nonlinear systems by exploiting structural properties. In summary, the course covers the following topics: • Examples of nonlinear physical systems and nonlinear phenomena • Introduction to computer algebra software • Analysis of nonlinear systems • Stability of nonlinear systems (Lyapunov stability) • Lyapunov-based control design (Backstepping) • Reachability/controllability and observability of nonlinear systems • Exact linearization via feedback • Differential flatness of nonlinear systems • Flatness-based feedforward and feedback control of nonlinear systems
6	Lernziele und Kompetenzen	After successful completion of the module, students will be able to • describe and analyze nonlinear systems • determine the input/output behavior of nonlinear systems • design nonlinear state feedback controllers via exact input-output and input-state linearization • apply the concept of differential flatness for the feedforward feedback control of nonlinear systems • use computer algebra software for the analysis and control design of nonlinear systems
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Basic knowledge of advanced mathematics Linear control theory (state space methods), e.g. "Regelungstechnik B"
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)

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

1	Modulbezeichnung 92528	Numerical Optimization and Model Predictive Control no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control - Exercises (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Paulina Spenger Dr.-Ing. Andreas Völz Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

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

		Basic knowledge of dynamical systems in time domain description (e.g. Regelungstechnik B)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 6
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	S. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004 J. Nocedal, S.J. Wright. Numerical Optimization. New York: Springer, 2006 M. Papageorgiou, M. Leibold, M. Buss. Optimierung. Berlin: Springer, 2012 C.T. Kelley. Iterative Methods for Optimization. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 1999 D.P. Bertsekas. Nonlinear Programming. Belmont. Athena Scientific, 1999 E. Camacho, C. Alba. Model Predictive Control. 2. Auflage, Springer, 2004 L. Grüne, J. Pannek. Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Algorithms, Springer, 2011

1	Modulbezeichnung 45486	Numerische Methoden der Thermofluiddynamik II Numerical methods in thermal fluid mechanics II	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerische Methoden der Thermofluiddynamik II - Übung (1 SWS) Vorlesung: Numerische Methoden der Thermofluiddynamik II (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Manuel Münsch
5	Inhalt	1. Curvilinear grids 2. Turbulent flows 3. Direct Numerical Simulations (DNS) 4. Reynolds Averaged Navier-Stokes equations (RANS) 5. Large Eddy Simulation (LES) 6. Particulate and multiphase flows 7. Fluid-structure Interaction 8. Flows in porous media
6	Lernziele und Kompetenzen	The students - Know how to solve CFD problems in curvilinear grids - Understand the main properties of turbulent flows - Understand the strengths and weaknesses of widely used simulation models of turbulence - Select the appropriate model and boundary equations for a given application - Be able to perform turbulence and complex flows simulations with OpenFOAM - Work in team and write a report describing the results and significance of a simulation of turbulent flow
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (30 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch

- J. H. Ferziger, M. Peric, Numerische Strömungsmechanik, Springer, 2008

1	Modulbezeichnung 983846	Numerische Optimierung und modellprädiktive Regelung	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control - Exercises (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Paulina Spenger Dr.-Ing. Andreas Völz Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	
5	Inhalt	Viele Probleme in der Wirtschaft und Industrie verlangen eine optimale Lösung unter Berücksichtigung gewisser Kriterien und Beschränkungen. Mathematisch formuliert führt dies auf ein Optimierungsproblem. Unterschieden wird dabei zwischen statischer Optimierung ("Parameteroptimierung") und dynamischer Optimierung, bei der ein dynamischer Prozess zugrunde liegt und z.B. eine optimale Regelung gesucht wird. In der Vorlesung werden die mathematischen Grundlagen der Optimierung vermittelt und eine Einführung in numerische Verfahren zur Lösung von statischen und dynamischen Optimierungsproblemen gegeben. Des Weiteren wird auf die modellprädiktive Regelung (Englisch: Model Predictive Control MPC) nichtlinearer Systeme eingegangen und neben den Fragen der Stabilität im geschlossenen Regelkreis insbesondere auf die echtzeitfähige numerische Umsetzung für hochdynamische Systeme mit Abtastzeiten im Millisekundenbereich eingegangen. Dabei wird den Studierenden anhand moderner Software-Werkzeuge (bspw. der MPC-Toolbox GRAMPC) vermittelt, wie die modellprädiktive Regelung für praxisnahe nichtlineare Systeme mit Beschränkungen effizient eingesetzt werden kann.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können - die Problemklassen der statischen und dynamischen Optimierung unterscheiden. - praktische Optimierungsprobleme mathematisch formulieren und analysieren. - Optimalitätsbedingungen für ein zugrundeliegendes beschränktes oder unbeschränktes Optimierungsproblem aufstellen und mit Hilfe geeigneter numerischer Verfahren und gängiger Software-Tools lösen. - die nichtlineare modellprädiktive Regelung gemäß ihrer verschiedenen Formulierungen und Stabilitätskriterien klassifizieren. - einen modellprädiktiven Regler für eine gegebene Regelungsaufgabe formulieren und auf Stabilität im geschlossenen Kreis analysieren. - echtzeitfähige modellprädiktive Regler für nichtlineare Systeme mit Beschränkungen auslegen. - moderne Software-Tools zur hocheffizienten und echtzeitfähigen numerischen Berechnung von nichtlinearen modellprädiktiven Reglern einsetzen.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundkenntnisse der höheren Mathematik (insbesondere lineare Algebra)	

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

1	Modulbezeichnung 97265	Numerische und experimentelle Modalanalyse Numerical and experimental modal analysis	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Numerischen und Experimentellen Modalanalyse (2 SWS) Vorlesung: Numerische und Experimentelle Modalanalyse (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Özge Akar Prof. Dr.-Ing. Kai Willner	

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

- Die Studierenden können die Probleme bei der numerischen Dämpfungsmodellierung erläutern.
- Die Studierenden können die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Massenmodellierungen erklären sowie den Einfluss auf die Eigenwerte bei verschiedenen Elementtypen erläutern.
- Die Studierenden verstehen das Shannonsche Abtasttheorem und können damit den Einfluss von Abtastauflösung und Abtastlänge auf das Ergebnis der diskreten Fouriertransformation erläutern.
- Die Studierenden können die Probleme des Aliasing und des Leakage erklären und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduktion dieser Fehler erläutern.
- Die Studierenden verstehen den Einfluß verschiedener Lagerungs- und Anregungsarten der zu untersuchenden Struktur auf das Messergebnis.
- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang der verschiedenen Übertragungsfrequenzgänge und können diesen zum Beispiel anhand der Nyquist-Diagramme erklären.

Anwenden

- Die Studierenden können das Verfahren der simultanen Vektoriteration zur Bestimmung von Eigenwerten und -vektoren implementieren.
- Die Studierenden können verschiedene Zeitschrittintegrationsverfahren implementieren.
- Die Studierenden können eine Signalanalyse im Frequenzbereich mit Hilfe kommerzieller Programme durchführen.
- Die Studierenden können verschiedene Übertragungsfrequenzgänge ermitteln und daraus die modalen Parameter bestimmen.

Analysieren

- Die Studierenden können eine geeignete Dämpfungs- und Massenmodellierung für die numerische Modalanalyse auswählen.
- Die Studierenden können ein problemangepasstes Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems auswählen.
- Die Studierenden können ein problemangepasstes Zeitschrittintegrationsverfahren auswählen.
- Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe einen Versuchsaufbau mit geeigneter Lagerung und Anregung der Struktur konzipieren.
- Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe eine passende Abtastrate und -dauer sowie entsprechende Filter bzw. Fensterfunktionen wählen.
- Die Studierenden können ein geeignetes Dämpfungsmodell zur Bestimmung der modalen Dämpfungen auswählen.

Evaluieren (Beurteilen)

		• Die Studierenden können eine numerische Eigenwertlösung anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Dämpfungs- und Massenmodellierung kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen. • Die Studierenden können eine numerische Lösung im Zeitbereich anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Zeitschrittweite etc. kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen. • Die Studierenden können das Ergebnis einer Fourier-Signalanalyse kritisch beurteilen, eventuelle Fehler bei der Messung erkennen und sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung aufzeigen. • Die Studierenden können die experimentell ermittelten modalen Parameter anhand verschiedener Kriterien wie zum Beispiel MAC-Werte beurteilen. • Die Studierenden können die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Modalanalyse anhand von Linearitätstests überprüfen und beurteilen. • Die Studierenden können die Ergebnisse einer numerischen und experimentellen Modalanalyse kritisch vergleichen, qualifizierte Aussagen über die jeweilige Modellgüte machen und gegebenenfalls Vorschläge zur Verbesserung machen.		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnisse aus dem Modul "Technische Schwinungslehre (TSL)" Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis		
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten) Numerische und experimentelle Modalanalyse (Prüfungsnummer: 72651) (englischer Titel: Numerical and Experimental Modal Analysis) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 5.0 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablingung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023, 2. Wdh.: keine Wiederholung <table><tr><td>1. Prüfer:</td><td>Kai Willner</td></tr></table>	1. Prüfer:	Kai Willner
1. Prüfer:	Kai Willner			

11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Bode, H.: Matlab-Simulink: Analyse und Simulation dynamischer Systeme. Stuttgart, Teubner, 2006 • Bathe, K.; Finite-Elemente-Methoden. Berlin, Springer, 2001 • Ewins, D.J.: Modal Testing. Research Studies Press, 2000

1	Modulbezeichnung 92870	Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übungsseminar: Übungsseminare zu Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe (2 SWS) Vorlesung: Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anna Vikulina	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Anna Vikulina
5	Inhalt	Dieses Modul zielt darauf ab, die physikalisch-chemische Prozesse an Oberflächen und die Grundprinzipien der Oberflächenfunktionalisierung zu verstehen, sowie moderne Methoden und Technologien der Oberflächenfunktionalisierung zu erheben. Vorlesungen: 1) Einführung in die Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe. 2) Physikalische Chemie der Oberflächen I. 3) Physikalische Chemie der Oberflächen II. 4) Methoden der Oberflächencharakterisierung. 5) Physikalische Modifikation der Oberflächen I. 6) Physikalische Modifikation der Oberflächen II. 7) Chemische Modifikation der Oberflächen I. 8) Chemische Modifikation der Oberflächen II. 9) Beschichtungstechnologien. 10) Polymerbürsten. 11) Dünnschichtabscheidung. 12) Nanopartikel zur Oberflächenfunktionalisierung. 13) Oberflächenmodifikation der Biomaterialien. 14) "Safe-by-Design" polymere Werkstoffe. 15) Abschlussvorlesung (Prüfungsvorbereitung). Übungsseminare: 1) Physikalische Chemie der Oberflächen: Adsorption 2) Physikalische Chemie der Oberflächen: Benetzung und Oberflächenspannung. 3) Polymerbürsten und Beschichtungen. 4) Oberflächen von biopolymerbasierten Materialien.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Wissen physikalisch-chemische Grundprinzipien der Prozessen an Oberflächen, Adsorption, Benetzung und Oberflächenspannung; verwendet werden können der Methoden der Oberflächencharakterisierung und Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe Verstehen zusammenfassen Grundprinzipien der Oberflächenfunktionalisierung, erklären und vergleichen die Mechanismen der physikalischen

		und chemischen Modifikation der Oberflächen, klassifizieren und beschreiben die Beschichtungstechnologien Anwenden anwenden die Methoden der Oberflächencharakterisierung und Funktionalisierung, mathematisch beschreiben Beschichtungsprozesse mittels Adsorption, Oberflächenspannung, Benetzungstheorien Evaluieren (Beurteilen) evaluieren und kritisieren Stand der Technik, aktuelle Herausforderungen und Weiterentwicklung in Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Abgeschlossenes Vordiplom, abgeschlossene GOP
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

		- Students evaluate the class and structure of unsolved optimization problems. - Students choose suitable algorithmic approaches for unsolved optimization problems. Create - Students formulate optimization problems using mathematical methods and structures. - Students modify and combine common optimization routines to create project-specific algorithms for unsolved optimization problems.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Requires contents of the lecture Mathematics for Engineers I, II and III. Especially: - Linear algebra - Analysis of real valued functions - Differential and integral calculus in multi dimensional spaces Requires successful participation in the weekly e-learning assessments.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Masterprüfung Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur Written Exam Open Book Online - 60 Minutes 5 ECTS: Written exam open book online based on the content of the lecture.
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) The grade of the module equals the grade of the written exam.
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Nocedal, Jorge and Wright, Stephen J.: Numerical Optimization. Springer Serie in Operations Research, 2006. Kelley, C. T.: Iterative Methods for Optimization. Frontiers in Applied Mathematics 18, SIAM Philadelphia 1999; Polak, E.: Optimization. Algorithms and Consistent Approximations. Applied Mathematical Sciences, Volume 124, Springer-Verlag New York, 1997. Jarre, F.: Optimierung, Springer 2003;

1	Modulbezeichnung 97008	Advanced Design and Programming (5-ECTS) Advanced design and programming (5-ECTS)	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Advanced Design and Programming (UE) (2 SWS) Vorlesung: Advanced Design and Programming (VL) (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	Inhalt	This course teaches principles and practices of advanced object-oriented design and programming. Dieser Kurs wird auf Deutsch gehalten. It consists of a weekly lecture with exercises, homework and self-study. This is a hands-on course and students should be familiar with their Java IDE. Students learn the following concepts: Class-Level • Method design • Class design • Classes and interfaces • Subtyping and inheritance • Implementing inheritance • Design by contract Collaboration-Level • Values vs. objects • Role objects • Type objects • Object creation • Collaboration-based design • Design patterns Component-Level • Error handling • Meta-object protocols • Frameworks and components • Domain-driven design • API evolution The running example is the photo sharing and rating software Wahlzeit, see https://github.com/dirkriehle/wahlzeit . Class is held as a three hour session with a short break in between. Students should have a laptop ready with a working Java programming setup. Sign-up and further course information are available at https://adap.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	Lernziele und Kompetenzen	• Students learn to recognize, analyze, and apply advanced concepts of object-oriented design and programming

		Students learn to work effectively with a realistic tool set-up, involving an IDE, configuration management, and a service hoster
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	INF-AuD or compatible / equivalent course
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	See https://adap.uni1.de

1	Modulbezeichnung 44130	Pattern Recognition Pattern recognition	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Pattern Recognition Exercises (1 SWS) Vorlesung: Pattern Recognition (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Siming Bayer Paul Stöwer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	Inhalt	Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods: • Bayesian classifier • Logistic Regression • Naive Bayes classifier • Discriminant Analysis • norms and norm dependent linear regression • Rosenblatt's Perceptron • unconstraint and constraint optimization • Support Vector Machines (SVM) • kernel methods • Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs) • Independent Component Analysis (ICA) • Model Assessment • AdaBoost Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren: • Bayes-Klassifikator • Logistische Regression • Naiver Bayes-Klassifikator • Diskriminanzanalyse • Normen und normabhängige Regression • Rosenblatts Perzeptron • Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen • Support Vector Maschines (SVM) • Kernelmethoden • Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs) • Analyse durch unabhängige Komponenten • Modellbewertung • AdaBoost
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster • erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren • wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsproblem an

		• beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung • verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren Students • understand the structure of machine learning systems for simple patterns • explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques • apply classification techniques in order to solve given classification tasks • evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem • understand solutions of classification problems and implementations of classifiers written in the programming language Python
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Well grounded in probability calculus, linear algebra/matrix calculus • The attendance of our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' is not required but certainly helpful. • Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung • Der Besuch der Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' ist zwar keine Voraussetzung, aber sicherlich von Vorteil.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Masterprüfung Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch oder Englisch
16	Literaturhinweise	• Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&Sons, New York, 2001 • Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009

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

1	Modulbezeichnung 45210	Physik der Turbulenz und Turbulenzmodellierung I Physics of turbulence and turbulence modelling I	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Physik der Turbulenz und Turbulenzmodellierung I (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Jovan Jovanovic	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jovan Jovanovic
5	Inhalt	Im Rahmen des Moduls werden praktisch einsetzbare Methoden zur Berechnung allgemeiner turbulenter Strömungen vorgestellt. Ausgangspunkt sind die Navier-Stokes-Gleichungen, die formal hergeleitet und anschließend zeitgemittelt werden. Die durch die Mittelung auftretenden Zusatzterme werden physikalisch interpretiert und gebräuchliche mathematische Modelle (Turbulenzmodelle) zur Beschreibung dieser Terme eingeführt. Die Anwendung der vorgestellten Turbulenzmodelle auf für die Praxis relevante turbulente Strömungen wie z. B. Grenzschichten, Freistrahlen etc. wird im Detail diskutiert.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • können allgemeine turbulente Strömungen berechnen • können relevante Gleichungen herleiten und zeitmitteln • können die durch die Mittelung aufgetretene Zusatzterme interpretieren • können die vorgestellten Turbulenzmodelle in der Praxis anwenden
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Masterprüfung Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (30 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 42919	Power electronics for decentral energy systems no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS) Übung: Exercises on Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Thomas Eberle Prof. Dr. Martin März Melanie Lavery Raffael Schwanninger	

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

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

		• kennen die Grundsaltungen der verschiedenen leistungselektronischen Wandler in einem Gleichspannungsnetz (DC/DC- und AC/DC-Wandler) • analysieren die Schaltungsoptionen bezüglich ihrer Vor- und Nachteile • verstehen die Lichtbogenproblematik • kennen Lösungen zur Realisierung von gleichspannungstauglichen Steckern, Schaltern und Schutzgeräten • kennen Verfahren zur Regelung lokaler Gleichspannungsnetze • können Schaltwandler und Netze bezüglich ihres dynamischen Verhaltens modellieren • kennen Verfahren zur Impedanzmessung in Netzen unter Last" • können Stabilitätsbetrachtungen an Gleichspannungsnetzen durchführen • kennen moderne Gerätestromversorgungslösungen mit Schutzkleinspannung
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Fundamentals of Electrical Engineering I-III, Power Electronics • Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel Klausur, 90 min bzw. mündlich, 30min
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%) 100%
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Lecture Notes • "Power Electronics for Distributed Power Supply - DC Networks" • Skript zur Vorlesung • "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze"

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

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

1	Modulbezeichnung 96940	Praktische Einführung in Machine Learning no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Praktische Einführung in Machine Learning (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Hubert Würschinger	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	Inhalt	Folgende Themengebiete werden unter anderem behandelt: - Grundlagen Machine Learning - Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung - Vorgehensweise bei Machine Learning Projekten - Praktische Einführung in die Programmiersprache Python mit Jupyter Notebook/Google Colab - Praktische Übung zur Anwendung traditioneller Machine Learning Methoden - Kurze Einführung in Neuronale Netze
6	Lernziele und Kompetenzen	Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden lernen die ersten Grundlagen und Begrifflichkeiten zum Thema Machine Learning kennen und im Kontext Künstliche Intelligenz einzuordnen. Der Ablauf und die Durchführung von Machine Learning Projekten werden an praktischen Beispielen aufgezeigt und deren Potenziale und Herausforderungen diskutiert. Für die eigene Umsetzung im Rahmen der Seminararbeiten erfolgt die Einführung in die Programmiersprache Python mit der Erläuterung relevanter Bibliotheken. Die Kenntnisse werden durch die eigenständige Bearbeitung einer Aufgabenstellung aus den Bereichen Audioanalyse zur Überwachung von Maschinen und Prozessen vertieft.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundkenntnisse Python Programmierung
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 22 h Eigenstudium: 53 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Fallstudie(n) Präsentation
11	Berechnung der Modulnote	Fallstudie(n) (60%) Präsentation (40%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Radjou, N., & Prabhu, J. (2015), Frugal Innovation: How to Do More with Less. London: Profile Books. Govindarajan V. and Trimble C. (2012), Reverse Innovation, Harvard Business Review Press Radjou, N. and J. Prabhu (2015) Frugal innovation: how to do more with less. London: Profile Books Radjou, N. and J. Prabhu (2015) Frugal innovation: how to do more with less. London: Profile Books Brem A. and Viardot E. (2013), Evolution of Innovation Management, Palgrave Macmillan Agarwal, N., Grottke, M., Mishra, S., & Brem, A. (2017). A systematic literature review of constraint-based innovations: state of the art and future perspectives. IEEE Transactions on Engineering Management, 64(1), 3-15. Agarwal, N., & Brem, A. (2017). Frugal innovation-past, present, and future. IEEE Engineering Management Review, 45(3), 37-41. Agarwal, N., Chakrabarti, R., Brem, A., & Bocken, N. (2018). Market driving at Bottom of the Pyramid (BoP): An analysis of social enterprises from the healthcare sector. Journal of Business Research, 86, 234-244

1	Modulbezeichnung 97128	Projektwoche Operational Excellence no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Kurs: Projektwoche Operational Excellence (SWS) Die Anwesenheit während der halb-tägigen Methodenschulung sowie der Projektwoche selbst ist zwingend erforderlich.	2,5 ECTS
3	Lehrende	Marvin Schobert	

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

		• Geschäftsprozesskonzeptionierung und -optimierung • Auslegung schlanker, durchgängiger IT-Workflows und -Systeme • ...
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach erfolgreichem Besuch der Lehrveranstaltung sollen die Studenten in der Lage sein: • Lean Prinzipien in ihrem Kontext zu verstehen und zu beurteilen, • die dazu geeigneten Methoden und Werkzeuge auszuwählen, anzuwenden und zu bewerten, • in kurzer Zeit komplexe Aufgabenstellungen sinnvoll begreifen und unterteilen zu können, • sich kompetent im Team einzubringen und SCRUM grundlegend anwenden zu können, • einfache Projekte zur Optimierung von Produktion und Logistik anhand des Gelernten im Team durchführen zu können
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Hilfreich ist der Besuch einer oder mehrerer der folgenden Vorveranstaltungen: Produktionssystematik, Handhabung- und Montagetechnik, Produktionstechnik, Integrated Production Systems (Lean Management) (IPS), Betriebswirtschaft für Ingenieure
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 1 Woche h Eigenstudium: 1 Woche h
14	Dauer des Moduls	2 Wochen Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97248	Prozess- und Temperaturmesstechnik Process and temperature metrology	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Prozess- und Temperaturmesstechnik (2 SWS) Übung: Prozess- und Temperaturmesstechnik - Übung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

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

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

		- Die Studierenden können Messergebnissen und der zugrundeliegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren. - Die Studierenden verstehen die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen. Anwenden - Die Studierenden können Messaufgaben in den genannten Bereichen analysieren und beurteilen. - Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik bewerten. - Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik eigenständig auswählen. Analysieren - Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben übertragen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Der Besuch der Grundlagen-Vorlesungen [Grundlagen der Messtechnik] (GMT) wird empfohlen.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	- Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5 - Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 ISBN 3-540-62672-7 - Freudenberger, Adalbert: Prozeßmeßtechnik. Vogel Buchverlag, 2000 ISBN 978-3802317538 - Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3

	• DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010

Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik

	• [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	*Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung [QM I]* • Einführung und Begriffe • Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements • Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements • Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD) • Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA) • Versuchsmethodik • Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten • Zuverlässigkeitstechniken • Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung • [Grundwerkzeuge des QM (Einsendeaufgabe)] • [QFD und FMEA (Einsendeaufgabe)] • [Versuchsmethodik (Einsendeaufgabe)] • [SPC (Einsendeaufgabe)] *Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement [QM II]* • Qualitätsmanagementsystem - Auditierung und Zertifizierung • Total Quality Management und EFQM-Modell • Ausbildung und Motivation • Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking • Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel • Qualitätsbewertung • Qualität und Wirtschaftlichkeit • Six Sigma • Qualitätsmanagement bei Medizinprodukten • [Qualitätsbewertung (Übung)] • [Qualitätsbezogene und Wirtschaftlichkeit (Übung)]
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach dem Besuch des Moduls sind die Teilnehmenden in der Lage, Wissen: • ◦ die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen ◦ die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben ◦ Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen

		◦ Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen ◦ die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen ◦ Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben ◦ Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen ◦ die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren ◦ die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen ◦ mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren ◦ statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren ◦ Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln ◦ statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen ◦ die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A - Z, Carl Hanser Verlag, München 2011

	• Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Masing Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, München 2021

1	Modulbezeichnung 23030	Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (QM II)	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Qualitätsmanagement QMaK (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	• Qualitätsmanagementsystem - Auditierung und Zertifizierung • Total Quality Management und EFQM-Modell • Ausbildung und Motivation • Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking • Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel • Qualitätsbewertung • Qualität und Wirtschaftlichkeit • Six Sigma • Qualitätsmanagement bei Medizinprodukten • Qualitätsbewertung (Übung) • Qualitätsbezogene Kosten und Wirtschaftlichkeit (Übung)
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage, Wissen: • ◦ Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen ◦ Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen ◦ Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen ◦ die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren ◦ die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen ◦ Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln Evaluiere: die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Masterprüfung Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022

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

1	Modulbezeichnung 95940	Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung Quality management I - Quality engineering in the product development process	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Qualitätstechniken - QTeK - vhb (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte Ute Klöpzig	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	
5	Inhalt	• Einführung und Begriffe • Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements • Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements • Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD) • Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA) • Versuchsmethodik • Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten • Zuverlässigkeitstechniken • Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung • [Grundwerkzeuge des QM (Einsendeaufgabe)] • [QFD und FMEA (Einsendeaufgabe)] • [Versuchsmethodik (Einsendeaufgabe)] • [SPC (Einsendeaufgabe)]	
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage, Wissen: • ◦ die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen ◦ die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben ◦ den Aufbau und die Einführung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen ◦ die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen ◦ Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben ◦ mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren ◦ statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren ◦ statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• ◦ DIN (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie, Beuth-Verlag, Berlin 1994 - Masing, W.: Handbuch Qualitätsmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2007

1	Modulbezeichnung 96316	Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems Exercises (2 SWS) Vorlesung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Carlowitz Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	Inhalt	Radar, RFID and wireless sensor and wireless locating systems are essential for automotive advanced driver-assistance systems (ADAS), 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. The module "Radar, RFID and Wireless Sensors" is an introduction into functional principles, building blocks, hardware and signal processing concepts and applications of modern radar, RFID, wireless sensor and real time locating systems. Covered applications include automotive radar, road and air traffic control systems, as well as robotics, industrial automation and medical technology. RWS is an identical replacement of the former module "Drahtlose Sensoren, Radar- und RFID-Systeme DSR.
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • learn about the setup, function and application of wireless sensors, Radar and RFID-systems • can analyze, discuss and implement basic components and system structures, signal theory, data processing and use cases • can determine the underlying physical limitations and sources of errors • are able to analyze and create system specifications and can compare and rate the usability of wireless esnsors, Radar and RFID-systems • can create and define independently applications and system designs of RWSs
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich

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

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	*Grundlagen:* Grundbegriffe (Größe, Größenwert, Messgröße, Maßeinheit, Messprinzip, Messung, Messkette, Messsignal, Informationsparameter, analoges und digitales Signal) Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethode, Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Zeit- und Wertdiskretisierung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich Signal, Messsignal, Klassifizierung von Signalen (Informationsparameter) Signalbeschreibung, Fourierreihen und Fouriertransformation Fourieranalyse DFT und FFT (praktische Realisierung) Aliasing und Shannon's-Abtasttheorem Übertragungsverhalten (Antwortfunktionen, Frequenzgang, Übertragungsfunktion) Laplace-Transformation, Digitalisierungskette, Z-Transformation und Wavelet-Transformation *Verarbeitung und Übertragung analoger Signale:* Messverstärker, Operationsverstärker (idealer und realer, Rückkopplung) Kenngrößen von Operationsverstärkern Frequenzabhängige Verstärkung von Operationsverstärkern Operationsverstärkertypen Rückkopplung und 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 Demodulatoren Multiplexer und Demultiplexer Abtast-Halte-Glied *A/D- und D/A-Umsetzer:* Digitale und analoge Signale Digitalisierungskette A/D-Umsetzer (Nachlauf ADU, Wägeverfahren, Rampen-A/D-Umsetzer, Dual Slope-Verfahren, Charge-Balancing-A/D-Umsetzverfahren, Parallel-A/D-Umsetzer, Kaskaden-A/D-Umsetzverfahren, Pipeline-A/D-Umsetzer, Delta-Sigma-A/D-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer, Einsatzbereiche, Kennwerte, Abweichungen, Signal-Rausch-Verhältnis) Digital-Analog-Umsetzungskette D/A-Umsetzer (Direkt bzw. Parallelumsetzer, Wägeumsetzer, Zählverfahren, Pulsweitenmodulation, Delta-Sigma-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer) *Verarbeitung digitaler Signale:* digitale Codes Schaltnetze (Kombinatorische Schaltungslogik) Schaltalgebra und logische Grundverknüpfungen Schaltwerke (Sequentielle Schaltnetze)

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

realization) Aliasing and Shannon's sampling theorem Transfer behaviour (response functions, frequency response, transfer function) Laplace transform, digitisation chain, Z-transform and wavelet transform

Processing and transmission of analogue signals: Measuring amplifiers, operational amplifiers (ideal and real, feedback) Characteristics of operational amplifiers Frequency-dependent gain of operational amplifiers Operational amplifier types Feedback and basic circuits (comparator, inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, current-voltage converter, differential amplifier, integrator, differentiator, inverting adder, subtractor, logarithmic, exponential function generators, instrumentation amplifier) OPV with differential output Analogue filter (low pass filter, high pass filter, band pass filter, band elimination filter, Bodeplot, phase shifting, active analogue filters) Measurement signal transmission (standard signals, connection variants) Voltage-frequency converters Galvanic isolation and optical transmission modulators and demodulators multiplexers and demultiplexers sample-and-hold amplifier

A/D and D/A converter: Digital and analogue signals Digitisation chain A/D converter (follow-up ADC, weighing method, ramp A/D converter, dual slope method, charge-balancing ADC, parallel ADC, cascade ADC, pipeline A/D converter, the delta-sigma A/D converter / 1-bit to N-bit converter, application, characteristics, deviations, signal-to-noise ratio) Digital-to-analogue conversion chain D/A converter (direct or parallel converters, weighing method, counting method, pulse width modulation, delta-sigma converter / 1-bit to N-bit converter)

Digital signal processing: Digital codes Switching networks (combinatorial circuit logic) Boolean algebra and basic logic operations Sequential circuit (sequential switching networks) Storage elements (flip-flops, sequential basic circuits), semiconductor memory (static and dynamic, FIFO) Application Specific Integrated Circuits (ASICs) The programmable logic device (PLD, programmability, benefits, applications, programming) computer types

Data bus systems: Bus systems (master, slave, arbiter, routing, repeater) Arbitration Topologies (physical and logical topology, characteristics, point-to-point topology, mesh network, star topology, ring topology, bus topology, tree topology, cell topology) Transmission media (multi-wire cable, coaxial cable, fibre optic cable) ISO OSI reference model Physical interface standards (RS-232C, RS-422, RS-485) Fieldbus systems, GPIB (IEC-625 bus) , Measuring device buses

USB Universal Serial Bus: Bus structure Connection of the devices, transceiver, speed detection, signal coding Transfer types (control transfer, bulk transfer, isochronous transfer, interrupt transfer, data transfer with packages) Frames and micro-frames, speeds, speed conversion with hubs Descriptors and software Layer development tools Compliance test USB 3.0

Digital filters: Analogue filter Properties and characterization of digital filters Digital Filter (implementation, topologies, IIR filters and FIR filters) and forms Measurement value decimator, digital averaging filter,

		Gaussian filter Window functions, Gibbs phenomenon Realisation with MATLAB Advantages and disadvantages of digital filters *Data analysis:* Absolute, relative, random and systematic errors, handling of measurement errors, calibration Correlation analysis Characteristic curve deviations and methods for their determination Regression analysis Characteristic curve correction Approximation, interpolation, extrapolation Kinds of characteristic curve correction Measurement precision, measurement accuracy, measurement trueness, error propagation law (old concept), uncertainty and their estimation Procedure for determining the uncertainty, Monte Carlo method *Circuit and PCB design:* Printed circuit boards (PCB) PCB material PCB types Vias PCB design and deconcentration Software PCB production
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen - Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben. - Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen Verstehen Die Studierenden können Konzepte zur Sensorintegration und Datenfusion beschreiben Evaluieren (Beurteilen) - Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

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

1	Modulbezeichnung 432733	Regelung im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen 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	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	Inhalt	Der Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen enthält die Komponenten, die zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung der mechanischen Antriebsleistung dienen, z.B. Verbrennungsmotor, E-Maschinen und Getriebe. Der Betrieb dieser Komponenten erfolgt durch elektronische Steuergeräte, wobei in Hard- und Software viele Regelungen implementiert werden: Von der Automatisierung zahlreicher einzelner Aktoren über die Einstellung der Abgasqualität (Lambda-Regelung) bis hin zur Laufruheregung von Verbrennungsmotoren. Der Inhalt gliedert sich in folgende Abschnitte: 1. Mathematische Modellierung des Fahrzeugs, des Antriebsstrangs und dessen Komponenten als Basis für Simulation und Regelungsentwurf 2. Regelsysteme auf Ebene der Antriebsstrangkomponenten 3. Längsdynamiksteuerung für Kraftfahrzeuge 4. Regelsysteme für Längsführung Sie richtet sich an Studierende, die sich für den Entwurf und die Implementierung von Regelungen am praktischen Beispiel "Antriebsstrang" interessieren.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: • kennen die Komponenten konventioneller und hybrider Antriebsstränge und erklären deren Funktion • diskutieren mathematische Modelle dieser Komponenten, des Antriebsstrangs und der Fahrzeuglängsbewegung als Basis für Simulation und Regelungsentwurf • kennen Regelsysteme auf Ebene der Antriebsstrangkomponenten und erläutern deren Arbeitsweise • erklären das Konzept der Längsdynamiksteuerung für Kraftfahrzeuge • kennen Regelsysteme für die Längsführung und erläutern deren Arbeitsweise
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Die Vorlesungen "Regelungstechnik A" und "Regelungstechnik B" oder "Einführung in die Regelungstechnik" werden vorausgesetzt.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich Mündliche Prüfung (ca. 30 Minuten)

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

1	Modulbezeichnung 96390	Regenerative Energiesysteme Renewable energy systems	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Johann Jäger	
5	Inhalt	Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit der Nutzung regenerativer Primärenergiequellen zur Umwandlung in mechanische und elektrische Energie. Das physikalische Verständnis für die Primärenergieträger Wasser, Wind, Biomasse, direkte Sonnenenergie und Erdwärme und deren Umwandlungsprozesse in elektrische Energie stehen dabei im Vordergrund. Dazu werden auch die Möglichkeiten und Wege zur Erhöhung der Prozesswirkungsgrade so wie deren technischen Potentiale in der elektrischen Energieversorgung aufgezeigt. Weiterhin werden die Randbedingungen beim Betrieb von regenerativen Energiesystemen im elektrischen Energieversorgungsnetz besprochen.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • kennen die Arten regenerativer Energiesysteme, • kennen die aktuellen Entwicklungen in der elektrischen Energieversorgung, • verstehen die physikalischen und technischen Zusammenhänge bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme, • verstehen die Herausforderungen bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme, • analysieren das Betriebsverhalten regenerativer Energiesysteme und • verstehen die Problematik der Integration regenerativer Energiesysteme in bestehende Systeme.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)	
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	

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

1	Modulbezeichnung 92519	Robotics 1 no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Robotics 1 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	Inhalt	This lecture introduces the fundamentals of robotics with a focus on manipulator control. The course covers the following topics: - Modeling: coordinate systems and transformations, parameterization of rotation matrices, forward and inverse kinematics, Jacobians and singularities - Trajectory planning: polynomial and trapezoidal trajectories, trajectories with intermediate points, trajectories in task space - Linear control: actuator dynamics, decentralized motion control, basics of task space and force control
6	Lernziele und Kompetenzen	After successful completion of the module, students will be able to - mathematically describe and analyze the kinematics of robotic manipulators. - plan trajectories for robot motions. - design and implement linear methods for robot motion and force control.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	- Basis knowledge of advanced mathematics - Basic knowledge of control theory
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur Written exam, 90 minutes
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005. B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009. J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018.

1	Modulbezeichnung 92535	Robotics 2 no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robotics 2 (2 SWS) Übung: Robotics 2 - Exercises (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz Julian Kißkalt	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	Inhalt	This lecture introduces advanced methods of robotics with a focus on manipulator control. The course covers the following topics: • Dynamics: Euler-Lagrange formulation, recursive Newton-Euler algorithm, extensions of the dynamical model • Nonlinear control: Lyapunov stability, gravity compensation, inverse dynamics, adaptive control, task space control • Motion planning: Time-optimal trajectory generation, collision checking, configuration space, local path planning, global path planning • Mobile robots: Basics of control and planning
6	Lernziele und Kompetenzen	The students are able to • derive the dynamical model of a robotic manipulator • design and implement nonlinear methods for robot motion and force control • plan collision-free motions for robots in known environments
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Basics of advanced mathematics • Basics of control theory • Basics of robotics
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur Written exam, 90 minutes
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	• M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005.

	• B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009. • J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018. • S. LaValle: Planning algorithms, Cambridge University Press, 2006.

1	Modulbezeichnung 92880	Robotics Frameworks no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robotics Frameworks (4 SWS) Übung: Exercise - Robotics Frameworks (0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Julian Seßner	

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

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 92348	Robotik 1 (Regelungstechnische Grundlagen) no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Robotics 1 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	Inhalt	In der Vorlesung werden die regelungstechnischen Grundlagen der Robotik vermittelt. Der Inhalt umfasst die Teile • Modellierung: Koordinatensysteme und -transformationen, Parametrierung von Rotationen, direkte und inverse Kinematik, Jacobi-Matrix und Singularitäten • Trajektorienplanung: Polynomiale und Trapezförmige Trajektorien, Trajektorien mit Zwischenpunkten, Trajektorien im kartesischen Raum • Regelung: Aktordynamik, lineare dezentrale Regelung, Grundlagen der Kraftregelung
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • die Kinematik von Robotern mathematisch beschreiben und analysieren • Trajektorien für die Bewegung von Robotern planen • Lineare Verfahren zur Regelung von Robotern klassifizieren und anwenden
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Grundkenntnisse der höheren Mathematik • Grundkenntnisse der Regelungstechnik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005. • B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009.

	• J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018.

1	Modulbezeichnung 92359	Robot mechanisms and user interfaces no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robot mechanisms and user interfaces (2 SWS) Übung: Robot mechanisms and user interfaces (UE) (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev
5	Inhalt	Mechanical components, short overview/repetition of machine elements, Robot mechanisms, Kinematic parameters and calculations, Evaluation metrics and design methods, Redundant mechanisms and actuation, Human-robot interfaces, Intend detection (sensing) and haptic stimulation (actuators), Interface system design and evaluation, Mechanical and cognitive user models A flip-the-classroom seminar with student presentations and discussion is part of the lecture. The laboratory exercise will be a mini design project in which student groups create their own low-budget haptic human-machine interfaces.
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to: Understand robot mechanisms and apply kinematic calculations for their design and control, Exploit redundancy in kinematic chains and actuation systems, Know components of human-machine interfaces and be able to design such systematically, Know approaches to model human characteristics and behavior for human-machine interface design.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Studienleistung
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%) Studienleistung (0%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 46100	Scannen und Drucken in 3D Scanning and printing in 3D	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Scannen und Drucken in 3D (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Scannen und Drucken in 3D (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Michael Blank Dr. Patric Müller	

4	Modulverantwortliche/r	Dr. Patric Müller
5	Inhalt	- Stereo-Imaging - Scannen dreidimensionaler Objekte - Computer-Tomographie und verwandte Techniken - 2D Darstellung dreidimensionaler Datensätze - 3D Bildverarbeitung - 3D Druck-Verfahren - 3D Projektion und Darstellung - Darstellung wissenschaftlicher Daten mittels "Virtueller Realität (VR)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: - beherrschen die physikalischen und technischen Grundlagen zur Aufnahme dreidimensionaler Bilder mittels Stereokamerverfahren, 3D Scannern sowie Computer-Tomographie. - können dreidimensionale Datensätze erfassen, numerisch bearbeiten und wissenschaftlich darstellen. - gehen mit gängigen 3D Druckverfahren sicher um und implementieren diese als wissenschaftliches Werkzeug. - setzen mathematisch/physikalische Konzepte dreidimensionaler Darstellung mittels 3D Projektions- und Display-Verfahren sowie VR-Techniken um.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Matlab-Grundlagen dringend empfohlen!
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich/mündlich (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich/mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

16	Literaturhinweise	- Gregor Honsel, Rapid Manufacturing - Lee Goldmann, Principles of CT and CT Technology - Okoshi, Three-Dimensional Imaging Techniques

1	Modulbezeichnung 92346	Seminar Autonomous Systems and Mechatronics no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Autonomous Systems and Mechatronics (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev Anany Dwivedi	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	In the seminar, students will analyze, present. and discuss recent research topics in autonomous systems and mechatronics. This will comprise mechatronic component, system, and control design as well as advanced methods aiming at autonomous operation. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of autonomous system and mechatronics. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 47667	Seminar Human-Robot Interaction no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Mensch-Roboter-Interaktion (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Adna Bliet Anany Dwivedi	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	In the seminar, students will analyze, present, and discuss recent research topics in human-robot-interaction. This will comprise aspects of cognitive and physical human-robot interaction and related topics of human and engineering sciences. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	Lernziele und Kompetenzen	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of human-robot interaction. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 3
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Selected research articles.

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

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

		open access to the Innovation Lab, which provides them with everything they need to develop their prototypes. The project ideas originate from cooperating companies or the students themselves. Besides the great practical experience gained during development, students also learn about entrepreneurship. There will be tutorials covering design thinking, market analysis, management of development processes, securing intellectual property, and business plan creation.
6	Lernziele und Kompetenzen	• Ideation, Design Thinking • Patentrecherche, Marktanalysetechniken • Agile Entwicklungsmethoden (Scrum) • Prototyping • Sicherung geistigen Eigentums • Einführung in Entrepreneurship, Startup Finanzierung *Learning Goals and skills:* • Ideation, Design Thinking • Patent Research, Markt Analysis • Agile Development Methods (Scrum) • Prototyping • Securing Intellectual Property • Introduction to Entrepreneurship, Startup Financing
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

		• Produkte und Dienstleistungen anhand konstitutiver Merkmale abgrenzen können.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94531	Softwareentwicklung für Ingenieure no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Softwareentwicklung für Ingenieure (vhb) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Simon Dengler Jochen Bauer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Die virtuelle Vorlesung "Softwareentwicklung für Ingenieure" vermittelt grundlegende Kompetenzen der Java-Programmierung: • Java-Bestandteile, Operatoren, Schleifen, Kontrollstrukturen • Java-AOIs • Methodenkapselung • Objektorientierung, Klassendesign • Best Practices, Entwurfsmuster • Mengen, Listen, Generics • Exceptions, Assertions • Nebenläufigkeit • Dateioperationen • Datenbankinteraktion Darüber hinaus werden die erlangten Kenntnisse in zwei Softwareprojekten zum Einsatz gebracht. Zum einen in einem Beispielprojekt zu Sensor- und Aktorzugriff, zum anderen in einem vom Studierenden selbst wählbaren Open-Source-Projekt (wie bspw. OpenHab), zu welchem Code beigetragen werden soll. Die Projekte vermitteln den Studierenden alle notwendigen Kompetenzen zur eigenständigen Umsetzung eines Softwareprojekts. Dies beinhaltet die Methodenkompetenz aus objektorientierter Analyse, dem zugehörigen Entwurf und der folgenden Implementierung. Als Programmierumgebung findet Android Studio Anwendung und als Programmiersprache wird Java eingesetzt.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: • erwerben grundlegende Java-Kenntnisse • lernen eigenständig objektorientierte Problemstellungen als Softwaresystem umsetzen zu können • sammeln Projekt-Erfahrung im Entwicklungsteam • lernen den Umgang mit aktuellen IDEs und Tools (Git, Jenkins, JUnit, Android-Studio)
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kompetenzen der Programmierung auf dem Level der Vorlesung "Grundlagen der Informatik".
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222

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

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

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

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

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

1	Modulbezeichnung 45435	Strömungsakustik Aeroacoustics	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Strömungsakustik (0 SWS) Vorlesung: Strömungsakustik / Aeroacoustics (2 SWS)	- 3 ECTS
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Becker	

4	Modulverantwortliche/r	apl.Prof.Dr. Stefan Becker
5	Inhalt	• strömungsmechanische Grundlagen (Grundgleichungen, Turbulenz, Wirbelstärke, Kompressible Strömungen) • Akustik (Wellengleichung, Greensche Funktion, Monopol, Dipol und Quadrupole) • Akustische Analogie (Lighthill-Analogie, Curle-Theorie, Vortex-schall, APEGleichungen) • Aeroakustische Messverfahren und Messeinrichtungen • Hybride numerische CAA-Verfahren • Anwendungen: Tonaler Schall: Zylinder • Breitbandlärm: Stufe Freistrahllärm, Tragflügelärm, Turbomaschinen • Windenergieanlagen, Akustik der menschlichen Stimme • Beurteilung der Schallwahrnehmung
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • verstehen und erklären die Grundlagen der strömungsinduzierten Schallabstrahlung und deren Einfluss auf den Menschen • erhalten in der Verbindung von Strömungsmechanik, Strukturmechanik und Akustik Kompetenzen in der Behandlung komplexer physikalischer Systeme • können experimentelle und numerische Verfahren zur Lösung aeroakustischer Probleme anwenden • analysieren sehr aktuelle Fragestellungen und Anwendungen, die sich von der Medizintechnik über die Fahrzeugakustik, Prozessanlagen bis hin zur Akustik von Windenergieanlagen erstrecken
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (30 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Lehrbuch: Grundlagen der Strömungsmechanik, Franz Durst • Vorlesungsskript: Strömungsakustik, Kaltenbacher/Becker

1	Modulbezeichnung 830631	Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung Structural optimization in virtual product development	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung (0 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Ralf Meske	

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

		- Sie können einfache Algorithmen in der Programmiersprache Python implementieren. Analysieren - Die Studierenden können für unterschiedliche Anwendungsfälle das jeweils am besten geeignete Optimierungsverfahren identifizieren und dessen Vorteile gegenüber anderen Verfahren benennen. - Sie können eine Abschätzung über die Anzahl an Funktionsauswertungen und der erwarteten Laufzeit des gewählten Verfahrens treffen. - Sie können beurteilen, wann eine Optimierungslösung Vorteile gegenüber einer ingenieurmäßigen Verbesserung bringt. - Sie wissen, wie ein Optimierungsergebnis in ein fertigungsgerechtes Design umgesetzt werden kann. Evaluieren (Beurteilen) - Die Studierenden können die Ergebnisse verschiedener Optimierungsverfahren kritisch vergleichen, den Einfluss der gewählten Optimierungsstrategie beurteilen und qualifizierte Aussagen über die Güte des Ergebnis und seiner Realisierbarkeit machen. Erschaffen - Die Studierenden sind in der Lage, die ihnen bekannten Verfahren für neue Probleme zu adaptieren und zu erweitern.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung (Prüfungsnummer: 830631) (englischer Titel: Structural optimization in virtual product development) Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablegung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• L. Harzheim. Strukturoptimierung: Grundlagen und Anwendungen. Harri Deutsch 2014 • M. P. Bendsoe, O. Sigmund. Topology Optimization: Theory, Methods and Applications. Springer 2002 • K.-J. Bathe. Finite-Elemente-Methoden, Springer 2001

1	Modulbezeichnung 93170	Systemnahe Programmierung in C Machine-oriented programming in C	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemnahe Programmierung in C (2 SWS) Übung: Systemnahe Programmierung in C - Rechnerübungen (2 SWS) Übung: Systemnahe Programmierung in C - Übungen (für Wiederholer) (2 SWS) Übung: Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (2 SWS)	2,5 ECTS - - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Volkmar Sieh Phillip Raffeck Maximilian Ott Arne Vogel	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	Inhalt	• Grundlegende Konzepte der systemnahen Programmierung • Einführung in die Programmiersprache C (Unterschiede zu Java, Modulkonzept, Zeiger und Zeigerarithmetik) • Softwareentwicklung auf der nackten Hardware" (ATmega-µC) (Abbildung Speicher <> Sprachkonstrukte, Unterbrechungen (interrupts) und Nebenläufigkeit) • Softwareentwicklung auf einem Betriebssystem" (Linux) (Betriebssystem als Ausführungsumgebung für Programme) • Abstraktionen und Dienste eines Betriebssystems (Dateisysteme, Programme und Prozesse, Signale, Threads, Koordinierung)
6	Lernziele und Kompetenzen	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • erläutern die grundlegenden Elemente der Programmiersprache C: Datentypen, Operatoren, Ausdrücke, Kontrollstrukturen, Funktionen, Variablen, Präprozessor. • bewerten C im Vergleich zu Java im Bezug auf Syntax, Idiomatik und Philosophie. • nennen wesentliche Unterschiede der Softwareentwicklung für eine Mikrocontrollerplattform versus einer Betriebssystemplattform. • beschreiben die Funktionsweise von Zeigern. • beschreiben die Realisierung von Strings und Stringoperationen in C • verwenden spezifische Sprachmerkmale von C für die hardwarenahe Softwareentwicklung und den nebenläufigen Registerzugriff. • entwickeln einfache Programme in C für eine Mikrocontroller-Plattform (AVR ATmega) sowohl mit als auch ohne Bibliotheksunterstützung. • entwickeln einfache Programme für eine Betriebssystemplattform (Linux) unter Verwendung von POSIX Systemaufrufen.

		• erläutern Techniken der Abstraktion, funktionalen Dekomposition und Modularisierung in C. • beschreiben den Weg vom C-Programm zum ausführbaren Binärcode. • reproduzieren die grundlegende Funktionsweise eines Prozessors mit und ohne Unterbrechungsbearbeitung. • erläutern Varianten der Ereignisbehandlung auf eingebetteten Systemen. • verwenden Unterbrechungen und Energiesparzustände bei der Implementierung einfacher Steuergeräte. • erläutern dabei auftretende Synchronisationsprobleme (lost update, lost wakeup) und setzen geeignete Gegenmaßnahmen um. • beschreiben Grundzüge der Speicherverwaltung auf einer Mikrocontrollerplattform und einer Betriebssystemplattform (Stackaufbau, Speicherklassen, Segmente, Heap). • erläutern die Funktionsweise eines Dateisystems. • verwenden die grundlegende Ein-/Ausgabeoperationen aus der C-Standardbibliothek. • unterscheiden die Konzepte Programm und Prozess und nennen Prozesszustände. • verwenden grundlegende Prozessoperationen (fork, exec, signal) aus der C-Standardbibliothek. • erklären die Unterschiede zwischen Prozessen und Fäden und beschreiben Strategien zur Fadenimplementierung auf einem Betriebssystem. • erläutern Koordinierungsprobleme auf Prozess-/Fadenebene und grundlegende Synchronisationsabstraktionen (Semaphore, Mutex). • verwenden die POSIX Fadenabstraktionen zur Implementierung mehrfädiger Programme.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlegende Kenntnisse der Programmierung (unabhängig von der Programmiersprache)
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Manfred Dausmann, Ulrich Bröckl, Dominic Schoop, et al. "C als erste Programmiersprache: Vom Einsteiger zum Fortgeschrittenen". Vieweg+Teubner, 2010. ISBN: 978-3834812216. Link • Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. "The C Programming Language". Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 1988. ISBN: 978-8120305960.

1	Modulbezeichnung 93180	Systemprogrammierung System programming	10 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemprogrammierung 2 (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung - Rechnerübungen (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 - Übung (2 SWS) Vorlesung: Systemprogrammierung 1 (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 - Übungen (für Wiederholer) (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 2 - Übungen (2 SWS)	- - 2,5 ECTS 2,5 ECTS - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat Jonas Rabenstein Eva Dengler Signe Schwarz-Rüsch Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza Dustin Nguyen	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat	
5	Inhalt	- Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation) - Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme - Programmierung von Systemsoftware - C, Make, UNIX-Shell (Solaris, Linux, MacOS X)	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden - erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen - verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen - erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen - erlernen die Programmiersprache C - entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufchnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	

10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur mit MultipleChoice (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 180 h Eigenstudium: 120 h
14	Dauer des Moduls	2 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Lehrbuch: Betriebssysteme Grundlagen, Entwurf, Implementierung, Wolfgang Schröder-Preikschat, 2008

1	Modulbezeichnung 650143	Systemprogrammierung Vertiefung Advanced systems programming	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemprogrammierung 2 (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung - Rechnerübungen (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 2 - Übungen (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat Jonas Rabenstein Eva Dengler Signe Schwarz-Rüsch Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza Dustin Nguyen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
5	Inhalt	- Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation) - Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme - Programmierung von Systemsoftware
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden - erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen - verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen - erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen - erlernen die Programmiersprache C - entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufchnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94940	Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (vhb) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Felix Funk Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

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

		• Sie haben einen Überblick gewonnen, wie die Geräteklassen zur Realisierung ganzheitlicher Anwendungsszenarien verknüpft werden können • Sie kennen die grundlegenden Begriffe aus dem Innovationsmanagement und der Innovationsforschung • Der Begriff Akzeptanz ist Ihnen in seinen unterschiedlichen Dimensionen bekannt
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

- Die Studierenden kennen die Darstellung eines Systems in physikalischer Darstellung und in Zustandsform.
- Die Studierenden kennen die Darstellung der allgemeinen Lösung eines linearen Systems mit mehreren Freiheitsgraden in Zustandsform.
- Die Studierenden kennen das Verfahren der modalen Reduktion.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Zeitschrittintegration bei beliebiger Anregung.
- Die Studierenden kennen die Definition der Stabilität für lineare Systeme.

Verstehen

- Die Studierenden können ein gegebenes diskretes Schwingungssystem anhand des zugrundeliegenden Differentialgleichungssystems einordnen und klassifizieren.
- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der physikalischen Darstellung und der Zustandsdarstellung und können die Vor- und Nachteile der beiden Darstellungen beschreiben.
- Die Studierenden verstehen die Bedeutung der Fundamentalmatrix und können diese physikalisch interpretieren.
- Die Studierenden verstehen die Idee der modalen Reduktion und können ihre Bedeutung bei der Lösung von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden erläutern.
- Die Studierenden können den Stabilitätsbegriff für lineare Systeme erläutern.

Anwenden

- Die Studierenden können die Bewegungsdifferentialgleichungen eines diskreten Schwingungssystem auf verschiedenen Wegen aufstellen
- Die Studierenden können die entsprechende Zustandsdarstellung aufstellen.
- Die Studierenden können für 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 Lösung eines System mit einem Freiheitsgrad für eine geeignete Anregung von Hand bestimmen und damit die Lösung im Zeitbereich und in der Phasendarstellung darstellen.

Analysieren

		- Die Studierenden können problemgerecht zwischen physikalischer Darstellung und Zustandsdarstellung wählen und die entsprechenden Verfahren zur Bestimmung der Eigenlösung und gegebenenfalls der partikulären Lösung einsetzen. Evaluieren (Beurteilen) - Die Studierenden können anhand der Eigenwerte bzw. der Wurzelorte das prinzipielle Lösungsverhalten eines linearen Schwingungssystems beurteilen und Aussagen über die Stabilität eines Systems treffen.		
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Kenntnisse aus dem Modul "Dynamik starrer Körper" Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.		
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1		
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (90 Minuten) Technische Schwingungslehre (Prüfungsnummer: 71901) (englischer Titel: Mechanical Vibrations) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablingung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024, 2. Wdh.: keine Wiederholung <table><tr><td></td><td></td></tr></table>		
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)		
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester		
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h		

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Magnus, Popp: Schwingungen, Stuttgart:Teubner 2005

1	Modulbezeichnung 856328	Technologie-Startup-Seminar no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Technologie-Startup-Seminar (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Christoph Bode Dr.-Ing. Stefan Götz Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack	

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

		sowie wertschätzendes Feedback auf die 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.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Seminarleistung
11	Berechnung der Modulnote	Seminarleistung (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 25 h Eigenstudium: 50 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 43420	Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications Transmission and detection for advanced mobile communications	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	
5	Inhalt	The aim of this lecture is that the students acquire a basic knowledge of advanced transmission and detection techniques which are relevant to practical mobile communications systems. In the first part, it is shown how equalization schemes like decision-feedback equalization (DFE) and maximum-likelihood sequence estimation (MLSE) can be applied to the GSM/EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) standard. Also, channel estimation for GSM/EDGE is covered. In GSM/EDGE, disturbance by interfering signals of other users is a further major problem. Therefore, interference cancellation algorithms are discussed in detail. The cases of several receive antennas and one receive antenna (single antenna interference cancellation) are distinguished. Several receive antennas can be also utilized for increasing the robustness against fading, applying diversity combination techniques. In the case of the availability of several transmit antennas only, additional space-time coding has to be used for realization of diversity gains. These aspects are also discussed in depth. Furthermore, an introduction to code-division multiple access (CDMA) transmission is given and it is shown how CDMA is applied in the UMTS system. The lecture is concluded by an introduction to digital transmission in the Long Term Evolution (LTE) system.	
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • describe basic equalization algorithms such as decision-feedback equalization (DFE) and maximum-likelihood sequence estimation (MLSE), • apply equalization algorithms to the GSM / Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE) mobile communication system, • formulate channel estimation methods for mobile communication systems, • characterize the interference problem in GSM / EDGE, - design interference suppression schemes for GSM/EDGE for receivers with a single antenna (single antenna interference cancellation) and multiple antennas, respectively, • characterize the performance of mobile communication networks for different reception schemes, • devise receivers for the realization of diversity gains for multiple receive antennas, • design space-time coding schemes for the realization of diversity gains for multiple transmit antennas,	

		- describe transmission schemes which are based on code-division multiple access (CDMA), - apply reception techniques for CDMA to the UMTS system, - characterize the uplink transmission in the Long Term Evolution (LTE) system, - develop receivers for LTE. Die Studierenden - beschreiben grundlegende Entzerrverfahren wie entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung (Decision-Feedback Equalization, DFE) und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung (Maximum-Likelihood Sequence Estimation, MLSE), - wenden Entzerrverfahren auf das GSM/EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Mobilfunksystem an, - formulieren Kanalschätzverfahren für Mobilfunksysteme, - charakterisieren das Interferenzproblem bei GSM/EDGE, - entwerfen Interferenzunterdrückungsverfahren für GSM/EDGE für Empfänger mit einer Antenne (Single Antenna Interference Cancellation) und mehreren Antennen, - bewerten die Leistungsfähigkeit von Mobilfunknetzen bei Einsatz verschiedener Empfangsverfahren, - konzipieren Empfänger zur Realisierung von Diversitätsgewinnen bei empfangsseitiger Antennendiversität - entwerfen Space-Time-Codiervverfahren zur Realisierung von Diversitätsgewinnen bei sendeseitiger Antennendiversität, - beschreiben auf Code-Division Multiple Access (CDMA) basierende Übertragungsverfahren, - wenden Empfangsverfahren für CDMA auf das UMTS-System an, - charakterisieren die Aufwärtsstrecke von Long Term Evolution (LTE), - entwerfen Empfänger für LTE.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Systemtheorie, Nachrichtenübertragung
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Lecture notes

1	Modulbezeichnung 45495	Turbomaschinen Turbomachinery	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Turbomaschinen (2 SWS) Übung: Übungen zu Turbomaschinen (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Becker	

4	Modulverantwortliche/r	apl.Prof.Dr. Stefan Becker	
5	Inhalt	• Funktionsprinzip der Turbomaschinen • Leistungsbilanzen, Wirkungsgrade, Zustandsverläufe • Ähnlichkeitskennzahlen • Kennlinien und Kennfelder • Betriebsverhalten • Grundbegriffe der Gitterströmung • Kräfte an Gitterschaufeln • Schaufelgitter • Gehäuse • CFD für Turbomaschinen • Grundlagen Windturbinen • Akustik	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erlernen die Grundlagen der Turbomaschinen • verstehen und erklären Anwendung verschiedener Turbomaschinen • können entsprechend der Anwendung Turbomaschinen in ihren Grundabmessungen auslegen • erlangen ein Grundverständnis für das Betriebsverhalten	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung) Modul: Thermodynamik (Empfehlung)	
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1	
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222	
10	Studien- und Prüfungsleistungen	schriftlich oder mündlich	
11	Berechnung der Modulnote	schriftlich oder mündlich (100%)	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester	
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	Dauer des Moduls	1 Semester	
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!	

1	Modulbezeichnung 45445	Turboverdichter Turbo compressors	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Turboverdichter (0 SWS)	2 ECTS
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Becker	

4	Modulverantwortliche/r	apl.Prof.Dr. Stefan Becker
5	Inhalt	Im Rahmen des Lehrfaches soll aufbauend auf den Grundlagen der Gasdynamik kompressibler Strömungen ein Grundverständnis für das Betriebsverhalten und die Anwendung von Turboverdichtern und Turbinen vermittelt werden. Entwurf und Auslegung der Turboverdichter nach Größe, Leistung und Betriebsbedingungen, sowie ihre Schallabstrahlung werden behandelt. Inhalte Grundlagen kompressibler Strömungen/Gasdynamik Verdichterbauarten Verdichterantriebsleistung Stufenzahl- und Drehzahlfestlegung Verdichtewirkungsgrade Turboverdichter-Kennfelder Entwurf von Radial- und Diagonalverdichterstufen Axialverdichter/Axialturbinen Auslegung der Nachleiteinrichtung Besondere Betriebsbedingungen Schallabstrahlung und Lärmbekämpfung Turbolader
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erlernen die Grundlagen in der Behandlung von kompressiblen Strömungen einschließlich der Gasdynamik für Turbomaschinen • erlangen ein Grundverständnis für das Betriebsverhalten • verstehen und erklären die Anwendung verschiedener Turboverdichteranlagen u.a. Turbolader • können entsprechend verschiedener Anwendungen Laufräder von Turboverdichter in ihren Grundabmessungen auslegen • gestalten und berechnen selbständig einen Laufradentwurf
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich (30 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Lehrbuch: Grundlagen der Strömungsmechanik, Durst • Lehrbuch: Thermische Turbomaschinen, Traubel • Vorlesungsskript: Turboverdichter, Becker

1	Modulbezeichnung 861589	Umformverfahren und Prozesstechnologien Machines and tools for metal forming	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Umformverfahren und Prozesstechnologien (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Michael Lechner Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	Inhalt	Es werden aufbauend auf die im Modul "Umformtechnik" behandelten Grundlagen verschiedene Umformverfahren und Prozesstechnologien vertieft. Im Vordergrund stehen Fragestellungen zur Verarbeitung moderner Leichtbaumaterialien, wie hochfeste Stahl-, Aluminium- und Titanwerkstoffe, aber auch Prozesstechnologien wie Tailored Blanks oder Presshärten. Darüber hinaus werden verschiedene Aspekte der numerischen Prozessauslegung sowie aktuelle Trends aus Forschung und Entwicklung, wie beispielsweise Rapid Manufacturing, angesprochen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Wissen Die Studierenden erwerben Wissen über Grundlagen verschiedener Umformverfahren und Prozesstechnologien. Anwenden Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen anzuwenden um unter Berücksichtigung anforderungsspezifischer Randbedingungen ein geeignetes Umformverfahren auszuwählen und entsprechende Prozesstechnologien einzusetzen. Evaluieren - Die Studierenden sind in der Lage den Einsatz verschiedener Umformverfahren und Technologien zu begründen und deren Potential zu bewerten. - Die Studierenden können zudem die jeweiligen Prozesse beschreiben und relevante Kenngrößen einordnen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 593320	Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren Connected mobility and autonomous driving	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Connected Mobility and Autonomous Driving (Exercises) (2 SWS) Vorlesung: Connected Mobility and Autonomous Driving (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Anatoli Djanatljev	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Anatoli Djanatljev	
5	Inhalt	Es ist inzwischen allgemein bekannt, dass Fahrzeuge der Zukunft hochgradig vernetzt sein werden. Der aktuelle Trend geht in Richtung des autonomen Fahrens. In den bisherigen Betrachtungen wurde insbesondere die ad-hoc Kommunikation zwischen Fahrzeugen auf unteren Schichten untersucht (Fahrzeugkommunikation). Im Rahmen der vernetzten Mobilität soll das Fahrzeug vor allem als Teil eines größeren Ökosystems mit weiteren Teilnehmern (z.B. Personen, Radfahrern, Ampeln, Gebäuden etc.) gesehen werden. All dies gibt die Möglichkeit den ständig wachsenden Bedarf an Mobilität zu optimieren und neue Sicherheits- und Komfortdienstleistungen zu schaffen. Dies erfordert jedoch die Lösung einiger komplexer Herausforderungen. Neben den gesellschaftlichen und rechtlichen Aspekten müssen insbesondere auch technische Voraussetzungen geschaffen werden. Dazu gehören u.a. geeignete Kommunikationstechnologien (v.a. ad-hoc, Mobilfunk) und Kommunikationsarchitekturen (Cloud-, Edge/Fog-, Node-Computing). Neben Technologien, Methoden und innovativen Mobilitätsdienstleistungen werden im Rahmen dieser Lehrveranstaltung auch grundlegende Aspekte der Verkehrsplanung und Verkehrstechnik eingeführt sowie der intermodale Verkehr besprochen.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Verstehen Verständnis grundlegender Konzepte u.a. von • Ad-Hoc Kommunikation • Mobilfunkkommunikation • Verkehrsplanung • Architekturen • Fahrzeug als Teil eines Mobilitäts-Ökosystems • Innovative Dienste Anwenden Bearbeitung von Übungsaufgaben Analysieren • Unterschiede zwischen unterschiedlichen Kommunikationstechnologien und Architekturen aufdecken • Relevante Zukunftsszenarien aufbauen Evaluieren (Beurteilen) Anwendung von Simulation und Modellierung zur Evaluierung zukünftiger Szenarien und Fallstudien.	

7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Barbara Flügge; Smart Mobility - Connecting Everyone: Trends, Concepts and Best Practices; Vieweg Teubner, 2017 Maurer, M., Gerdes, J.C., Lenz, B., Winner, H. (Hrsg.); Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte; Springer 2015 Johanning, V., Mildner, R.; Car IT kompakt: Das Auto der Zukunft Vernetzt und autonom fahren; Springer, 2015

1	Modulbezeichnung 96315	Virtual Vision Virtual vision	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Virtual Vision (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Herglotz	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Christian Herglotz
5	Inhalt	Menschliches Sehen Sichtfeld und Fovea Dynamic Range Stereoskopie Eigenschaften der Lichtfeldfunktion • Helligkeit • 3D und Tiefe • Farben • Räumliche und zeitliche Auflösung Energieeffizienz in der Videokommunikation. Content: Human Vision Field of view and fovea Dynamic Range Stereoscopy Properties of the light field function • Brightness • 3D and depth • Colors • Spatial and temporal resolution Energy efficiency in video communications
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • give an overview on basic properties of the human visual system • know and explain all hardware and software components necessary to perform video capturing, processing, and display. • describe differences and properties of video formats such as fisheye, 360°, or high dynamic range • distinguish video formats and discuss advantages and disadvantages • show real-time demonstrations of these video formats with common portable devices • assess the quality and the compression performance of video formats • come up with new strategies to improve processing algorithms like stitching or compression.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	mündlich
11	Berechnung der Modulnote	mündlich (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben. References for further reading will be given in the lecture.

1	Modulbezeichnung 45310	Wärmeanlagen und Kraftwerkstechnik Thermal power plants and power plant technology	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Wärmeanlagen und Kraftwerkstechnik (1 SWS) Vorlesung: Wärmeanlagen und Kraftwerkstechnik (2 SWS)	2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl Jonas Miederer Christian Wondra	

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

9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	J. Karl, Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg Verlag K. Strauß, Kraftwerkstechnik, Springer Verlag H. Effenberger, Dampferzeugung, Springer-Verlag H. Spliethoff, Power genration from Solid Fuels, Springer-Verlag J. Karl, Klimawende, neobooks

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

4	Modulverantwortliche/r	Simon Aßmann Dr.-Ing. Franz Huber Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	Inhalt	• Grundlagen der Wärme-, Stoff und Impulsübertragung • Wärmeleitung in ruhenden Körpern • Wärmeübertragung in einphasigen Strömungen durch konvektiven Wärmeübergang • Diffusion und Stoffübertragung an strömende Fluide • Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung • Wärmeübertragung durch Strahlung • Wärmeübertragung bei Kondensation und Verdampfung • Wärmeübertrager
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: • verstehen die Mechanismen der Wärme- und Stoffübertragung und können ihre Bedeutung und ihren Einzelbeitrag bei technischen Problemstellungen ermessen • können die Beiträge der verschiedenen Wärmeübertragungsmechanismen (Wärmeleitung, Konvektion, Strahlung und bei Phasenwechsel) quantifizieren • können die thermische Auslegung von einfachen Wärmeübertragern selbständig durchführen • verstehen die Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung und sind in der Lage, sie bei der Lösung von Stoffübertragungsproblemen zu nutzen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundlegende Kenntnisse der Mathematik (Differential- und Integralrechnung, mathematische Charakterisierung von Feldern, Differentialoperatoren, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen) / Grundlagen der Thermodynamik
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (120 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Vorlesungsskript • H. D. Baehr, K. Stephan, Wärme- und Stoffübertragung, Springer (2010)

1	Modulbezeichnung 97004	Werkstoffe und Erprobung im Automobilbau Materials and testing in automotive	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Werkstoffe und Erprobung im Automobilbau (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende		

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	Inhalt	Es wird der Einsatz aktueller Werkstoffe im Automobilbau beleuchtet. Zunächst wird auf die Grundlagen des Automobilbaus und die besonderen Ansprüche an die Materialien eingegangen. Im weiteren Verlauf werden die heute eingesetzten Werkstoffgruppen und ihre Erprobung erläutert und abschließend auf die Besonderheiten der Werkstoffrückgewinnung im Automobilbau hingewiesen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden erwerben Wissen über die automobilspezifischen Anforderungen an Werkstoffe. • Die Studierenden erwerben Wissen über die Eigenschaften relevanter Vertreter aus den Bereichen Metalle, Polymere, Gläser und keramische Werkstoffe. • Die Studierenden erwerben Wissen über die Anforderungen hinsichtlich der Dauerhaltbarkeit und die entsprechenden Prüfmethode von Bauteilen und Fahrzeugen. Anwenden • Die Studierenden können geeignete Werkstoffe für bestimmte Anwendungsfelder identifizieren und auswählen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94902	Werkstoffverbunde mit Kunststoffen Material composites with polymers	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Werkstoffverbunde mit Kunststoffen (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Karl Kuhmann	

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

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 92840	Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (2 SWS) Übung: Übung zu Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Simon Fröhlig Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Ziel der Vorlesung 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 der Lehrveranstaltung bildet ein Überblick über innovative, zukünftige Technologien und ihre Auswirkungen auf heutige Bordnetzsysteme. Ergänzend zur Vorlesung finden drei Blockübungen statt, die das vermittelte, theoretische Wissen durch praktische Anwendungen vertiefen. Der erste Block fokussiert das Engineering und die digitale Prozesskette und findet im CIP-Pool statt. Darauf aufbauend wird im zweiten Block der entworfene Kabelsatz gefertigt und die Auslegung durch praktische Versuche validiert. Die Übung schließt mit einer Exkursion in ein regionales Unternehmen des kabelverarbeitenden Gewerbes ab. Inhaltliche Kerngebiete: • Einführung in die Signal- und Leistungsvernetzung • Grundlagen der Signal- und Leistungsübertragung • Bordnetzentwicklung • Kabel- und Komponentenfertigung • Kabelkonfektion und Verbindungstechnik • Automatisierte und manuelle Kabelbaummontage • Prüfen, Versand und Einbau von Bordnetzen • Auftragssteuerung, Logistik, Datenfluss • Zuverlässigkeit und Lebensdauermodelle • Digitale Methoden und Industrie 4.0 • Innovative Bordnetzarchitekturen und -technologien • Signal- und Leistungsübertragung in anderen Branchen
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden sollen Erkenntnisse bezüglich des Aufbaues und der Herstellung von Bordnetzsysteme erlangen sowie die Grundlagen der Signal- und Leistungsvernetzung in mechatronischen Systemen beherrschen. Nach einer Einleitung und der Vorstellung der Einzelkomponenten moderner Bordnetze, werden Entwicklungs-,

		Fertigungs- und Montagekonzepte der einzelnen Bestandteile sowie des gesamten Kabelsatzes vermittelt. Auch die digitale Wertschöpfungskette findet dabei Betrachtung. Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut: • Grundlage der Vorlesung ist die Komplexität heutiger Bordnetze sowie die damit einhergehenden Komplikationen und Herausforderungen. Diese Situation wird zusätzlich durch die aktuellen Mobilitätstrends verschärft. Daher liegt ein Augenmerk ebenfalls auf Lösungsansätzen, um dieses Spannungsfeld möglichst konfliktfrei aufzulösen. • Die 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. • Die dargestellten spezifischen Methoden, Konzepte und Lösungsansätze lassen sich durch die Vorlesung in ein Gesamtsystem einordnen. Hierdurch wird das Erkennen und Ableiten von Prämissen und Relationen gefördert und ermöglicht. • Die eingesetzten Technologien zur Herstellung eines Musterkabelsatzes entsprechen dem aktuellen Stand der Technik. Dadurch werden die Studierenden im Rahmen der Übung am modernem Equipment des Lehrstuhls geschult. Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage • die wirtschaftlichen, logistischen und technischen Impulse und Herausforderungen nachzuvollziehen sowie die zugrunde liegende Ursachen zu verstehen • grundsätzliche methodische Ansätze bezüglich der bordnetzspezifischen Prozesskette zu differenzieren und einzusetzen. • sowie die charakteristischen Entwicklungs-, Produktions-, Montage- und Qualitätssicherungsmethoden und Werkzeuge zu abstrahieren und bei weiterführenden Anwendungen zu nutzen. • darüber hinaus befähigt, die notwendigen Fertigungsverfahren anzuwenden und einen Musterkabelsatz zu fertigen. Das im Zuge dieser Lehrveranstaltungen vermittelte Wissen bildet die Grundlage für den Einstieg und das Verständnis des kompletten Industriezweigs der Kabelsatzfertigung. Dies umfasst neben Kabelkonfektionären und Bordnetzherstellern ebenfalls Komponentenlieferanten und Automobilhersteller.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	Verwendbarkeit des Moduls	Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Braess, • Elektronik in der Fahrzeugtechnik, Borgeest • Handbuch Fügen, Handhaben und Montieren, Feldmann • Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID), Franke • Handbuch zu elektrischen Kabeln und Leitungen, Katzier • Elektrische Steckverbinder: Technologien, Anwendungen und Anforderungen, Katzier • Elektrische Kontakte, Werkstoffe und Anwendungen, Vinaricky

1	Modulbezeichnung 96833	Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Christian Tobias Veihelmann Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

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

		- Die Studierenden können mit Hilfe von LaTeX ein Dokument erstellen und strukturieren sowie Daten in Tabellen- und Diagrammform darstellen. - Die Studierenden können eine Literaturdatenbank im BibTeX-Format erstellen und Quellen in einem Dokument referenzieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 96064	Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften no english module name available for this module	5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (2 SWS) Übung: Übungen zu Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Christian Tobias Veihelmann Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

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

		• Die Studierenden kennen den Begutachtungsprozess bei wissenschaftlichen Publikationen. • Die Studierenden können mit Hilfe von LaTeX ein Dokument erstellen und strukturieren sowie Daten in Tabellen- und Diagrammform darstellen. • Die Studierenden können eine Literaturlatenbank im BibTeX-Format erstellen und Quellen in einem Dokument referenzieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 5
9	Verwendbarkeit des Moduls	Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur (60 Minuten)
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 683319	Zukunft der Automobiltechnik Future in the automotive industry	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Zukunft der Automobiltechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Anatoli Djanatljev	

4	Modulverantwortliche/r	
5	Inhalt	Die Bedeutung von Elektronik und Software ist in der Fahrzeugtechnik stark gestiegen, gleichzeitig stellen die komplexen Entwicklungsprozesse in der Automobilindustrie hohe Anforderungen an Berufseinsteiger. Absolventen benötigen daher zunehmend spezialisierte Kenntnisse aus den Themenbereichen Elektronik, Software und Vernetzung von Fahrzeugen. Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde am Department Informatik ein spezieller Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik" im Studiengang Informatik eingerichtet. Die Vorlesung Zukunft der Automobiltechnik" zeigt querschnittlich neue Trends in der Konzeption und Entwicklung auf und führt in das Thema Informatik in der Fahrzeugtechnik" ein.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erwerben • Kenntnisse über Szenarien der Automobiltechnik, insbesondere zu wirtschaftlichen Einflussfaktoren und technologischen Grundlagen der Fahrzeugproduktion • praxisnahe Erfahrungen rund um die Automobiltechnik, z.B. im Bereich Fahrzeugelektronik, und um den Einsatz von Informatikmethoden im Auto und in der Produktion
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Rechnerkommunikation
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Klausur
11	Berechnung der Modulnote	Klausur (100%)
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Laboratory training AI and Autonomous driving

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

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

		they need to develop their prototypes. The project ideas originate from cooperating companies or the students themselves. Besides the great practical experience gained during development, students also learn about entrepreneurship. There will be tutorials covering design thinking, market analysis, management of development processes, securing intellectual property, and business plan creation.
6	Lernziele und Kompetenzen	- Die Studierenden nutzen in der gemeinsamen agilen Projektentwicklung das Framework SCRUM. - Die Studierenden führen eine Ideation Session mit ihrem Projektpartner durch. - Die Studierenden lernen, die Ergebnisse ihrer Entwicklung sowohl wissenschaftlich als auch im Kontext eines Sales-Pitches zu präsentieren. - Die Studierenden nutzen Gitlab für die gemeinsame Entwicklung von Software-Anwendungen. - Die Studierenden lernen die verschiedensten Aspekte einer Unternehmensgründung kennen. *Learning Goals and skills:* - Students use the agile project management framework SCRUM. - Students conduct an ideation session together with project partners. - Students learn to present their results both in a research environment as well as in a sales-pitch environment - Students use Gitlab for the joint development of software applications. - Students are familiarized with various aspects of entrepreneurship and founding.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio
11	Berechnung der Modulnote	Portfolio (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97525	Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler Viktoria Heimann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	Inhalt	Betrachtet man Anwendungen der Bild- und Videosignalverarbeitung stellt man fest, dass viele davon auf mobilen Plattformen ablaufen. Die dort verwendeten Systeme haben aber häufig nur eine reduzierte Leistungsfähigkeit und müssen besonders auf den Energieverbrauch achten. Nichtsdestotrotz sind aber auch einfache, mobile Systeme wie Smartphones oder Tablets in der Lage, anspruchsvolle Signalverarbeitungsaufgaben für Bild- und Videosignale durchzuführen. Dies umfasst zum Beispiel die Codierung von Bildern und Videos, aber auch die Erzeugung von Panoramen oder die Berechnung von Bildern mit hohem Dynamikumfang. Das Praktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen" soll die Herausforderung, die mit einer Verarbeitung dieser Signale auf eingebetteten Plattformen einhergehen genauer vermitteln und es wird aufgezeigt, wie man selbst auf Plattformen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit entsprechende Algorithmen umsetzen kann. Hierzu werden in dem Praktikum Raspberry Pis als Plattform verwendet und die Programmierung erfolgt in Python. Die Versuche umfassen den Aufbau und die Inbetriebnahme der eingebetteten Plattform, eine Einführung in Python und in die grundlegenden Prozesse der Bild- und Videosignalverarbeitung. Weitere Versuchsinhalte sind die Anbindung einer Kamera, Bildsignalverarbeitungsprozesse mit der Kamera und die Implementierung verschiedener digitaler Filter. Das Praktikum beinhaltet außerdem verschiedene Anwendungen computergestützten Sehens (Computer Vision). Die Detektion von Merkmalen und Objekten in Bildern und Videos werden einführend behandelt und aktuelle Computer Vision Anwendungen, wie die Erstellung eines Panoramas werden betrachtet. *Content*: Today, many image and video signal processing applications are running on embedded systems. However, the computational power and the energy storage is a limiting demand for embedded systems. Nevertheless, daily mobile devices like smartphone and tablet are able to perform signal processing tasks for image and video signals, for example coding of images and videos, the creation of a panorama or the calculation of images with high dynamic range. The image and video signal processing on embedded systems lab course should show the challenges that occur while handling with such mobile devices and the implementation of such algorithm on

		an embedded system. Therefore, Raspberry Pis as embedded systems and Python as coding language is used in the laboratory. The experiments include the setup of the Raspberry Pi, an introduction to Python and an introduction to image and video signal processing. In addition, a camera will be connected, signal processing will be done with the camera and digital filters are implemented. Moreover, the laboratory includes different computer vision applications like the creation of a panorama.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • verstehen die Herausforderungen von eingebetteten Plattformen • wenden die Programmiersprache Python für Bild- und Videosignalverarbeitungsalgorithmen an • erzeugen funktionsfähige Programme mit der Programmiersprache Python • beurteilen die Funktionsblöcke von Computer Vision-Algorithmen • bewerten die von ihnen erstellten Programme durch subjektive und objektive Vergleiche • reflektieren den Lernprozess während des Praktikums. The students • understand the challenges of the embedded system • make use of the coding language Python for image and video signal processing algorithms • implement functional programs with Python • evaluate the blocks of computer vision algorithms • evaluate the self-implemented programs by subjective and objective comparison • reflect the learning process in the laboratory.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 15 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch

16	Literaturhinweise	Das Skript zum Praktikum "Image and video signal processing on embedded platforms" wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben. The laboratory script "Image and video signal processing on embedded platforms" will be handed out in the first session.

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger
5	Inhalt	Dieses Praktikum führt die Studierenden in das Gebiet der eingebetteten Mikrocontroller-Systeme ein. Basierend auf dem Stoff der Vorlesungen Digitaltechnik, Schaltungstechnik und Systemprogrammierung bearbeiten die Teilnehmer/-innen eine Problemstellung, die mittels einer Maschine" gelöst werden soll. Zusätzlich notwendiges Wissen wird vermittelt, damit diese Maschine" in 2er-Gruppen weitgehend selbständig aufgebaut werden kann. Verwendet wird eine vom Lehrstuhl selbst entwickelte Platine auf Basis des AVR ATmega32 mit einem LCD-Display und einem ISM-Funkmodul. Schrittweise erfolgt der Lötaufbau des USB-Programmieradapters und der Hardware-Plattform mit Blick auf das zu realisierende Gesamtsystem. Während die Programmiermodule immer umfangreicher werden, wird mit zunehmender Erfahrung der Teilnehmer/-innen das System auf einem Lochrasterfeld durch eigene Schaltungen ergänzt und erweitert. Als Besonderheit darf die entwickelte Maschine" nach dem Ende des Praktikums von den Teilnehmern behalten werden. Programmiert wird konsequent in C (und Inline-Assembler) und verwendet werden ausschließlich frei verfügbare Entwicklungshilfsmittel. Für einen kontinuierlichen Entwicklungsfortschritt im Zusammenspiel mit dem Hardwareaufbau ist es hierbei unerlässlich das bereits gewisse Erfahrungen in dieser Programmiersprache bestehen. Nach Abschluss des Praktikums sind die Teilnehmer/-innen in der Lage ein Mikrocontroller-System für den Einsatz in einem Mess- oder Steuerungsprojekt aufzubauen, effektiv zu programmieren und Daten über eine Kurzstreckenfunkübertragung auszutauschen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung 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. Die Studierenden sind weiterhin nach der Veranstaltung in der Lage, eine Entwicklungsumgebung für Mikrocontroller anzuwenden, sie lernen folgende Aspekte zu verstehen: • Software-Entwicklung unter Linux

		• Erzeugung von lauffähigem Code auf einem Mikrocontroller • Übertragung von Binärcode zum Mikrocontroller Im Rahmen des Aufbaus zweier Platinen werden zusätzlich folgende Inhalte vermittelt: • Löten an bedrahteten Bauelementen • Aufbau von einer Programmieradapterschaltung • Aufbau von einer Entwicklungsplattform mit integriertem Mikrocontroller und LCD-Display • Systematische Fehlersuche Durch die verwendeten Hard- und Software-Komponenten und generell gültigen Methodiken im Praktikum sind die erlernten Inhalte auch auf andere Mikrocontroller-Architekturen und Entwicklungssysteme übertragbar. Durch die Aufgabenstellungen des Praktikums sind die Studierenden später in der Lage, folgende Kommunikationsschnittstellen zu verstehen und eigene Treiber dafür zu entwickeln: • Serielle synchrone Datenübertragung (SPI) • serielle asynchrone Datenübertragung (UART) • parallele bidirektionale Datenübertragung über einen Bus Weiterhin sind die Studierenden nach dem Praktikum in der Lage folgende Kommunikationsprotokolle anzuwenden: • Befehlssatz des LCD Controllers HD44780 • Befehlssatz eines ISM Funkmoduls
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Die Beherrschung der Inhalte von Lehrveranstaltungen in einem ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium, die in die Grundlagen der Informatik und Elektrotechnik einführen • Kenntnisse in der Programmiersprache C • Grundverständnis von Booleschen Operationen • Englischkenntnisse • Deutschkenntnisse
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

16	Literaturhinweise	Kernighan / Ritchie: The C Programming Language https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/

1	Modulbezeichnung 92507	Laborpraktikum Human-Robot Interaction no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Human-Robot Interaction Laboratory (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Martin Rohrmüller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	Six experiments are completed in the HRI (Human Robot Interaction) practical course. After an introduction to ROS and Python, three experiments are carried out with a Franka-Emika lightweight robot and two experiments with a humanoid NAO robot. The structure of each experiment is composed of a preparation phase, an execution phase and a reflection phase, in which the participants work in groups on tasks to create a complex application on each of the platforms. • Introduction to the Robot Operating System (ROS) • Introduction to Python • Teleoperation of the lightweight robot • Collaboration with the lightweight robot • Collision detection and reconfiguration with the lightweight robot • Object recognition with the humanoid robot as platform • Object recognition with neural networks
6	Lernziele und Kompetenzen	Upon completion of the lab course, students will be able to understand the basic concepts of ROS and design applications of a lightweight robot in terms of human-machine interaction. They will learn how humanoid robots work and assess their current state of the art.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 97651	Laborpraktikum Image and Video Compression Laborpraktikum Multimediakommunikation	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laborpraktikum Image and Video Compression (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Herglotz Geetha Ramasubbu	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Christian Herglotz	
5	Inhalt	• Einführung in die Programmierumgebung MATLAB • Realisierung der Verarbeitungsblöcke von Videocodern • Aufbau eines Videocodecs und optionale Erweiterungen • Durchführung eines subjektiven Vergleichs verschiedener Videocodecs • Präsentation und kritische Beurteilung der Ergebnisse *Content* • Introduction to MATLAB • Implementation of the single video codec processing blocks • Integration into the video codec pipeline, tests, and extensions • Participation in a subjective video test of selected implementations • Presentation and discussion of the achieved results.	
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erzeugen ein funktionsfähiges Programmsystem mit der Programmierumgebung MATLAB, • beurteilen die Funktionsblöcke von Video-Codern, • gestalten ihren eigenen Videocodec und entwickeln dazu von ihnen selbst gewählte optionale Erweiterungen, • bewerten die von ihnen realisierten Videocodecs durch einen subjektiven Vergleich, • reflektieren den Lernprozess während des Praktikums. * Learning Targets and Skills:* The students • create a fully functional program using the programming environment MATLAB, • evaluate the processing blocks of a typical video codec, • design their own video codec and enhance it by extensions of their choice, • evaluate their implemented video codecs in a subjective comparison, • reflect upon the methods conveyed during the laboratory.	
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Das Praktikum Image and Video Compression wendet sich an Studierende aus den Studiengängen EEI, IuK und CE, die die Vorlesung Bild- und Videocodierung (Image and Video Coding) im gleichen Semester hören oder bereits gehört haben. The lab course Image and Video Compression is suited for students from the field of study in EEI, IuK, WIng, ASC, CME, and CE, who participate in the lecture Image and Video Compression in the current summer semester or who have already attended the lecture.	

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	Das Skriptum Praktikum Image and Video Compression wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben. The lab course notes will be distributed during the introductory meeting.

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

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	Inhalt	Je zwei Versuche zur Regelungstechnik (LRT), zur Sensorik (LSE) und zur elektrischen Antriebstechnik (EAS): • Zustandsregelung eines reduzierten Helikoptermodells (LRT) • Dreitank-Füllstandsregelung (LRT) • Abstands- und Wegsensoren (LSE) • Durchflussmesstechnik (LSE) • Befüllautomat (EAM) • Ebenenpositioniersystem "Heißer Draht" (EAM)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: • wenden das Methodenwissens aus den automatisierungstechnischen Kernmodulen zur Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik in jeweils zwei beispielhaften technischen Anwendungen an. • interpretieren die anfallenden Beobachtungen und werten die Ergebnisse mit Blick auf die jeweils zur Anwendung gebrachten Methoden und die eingesetzte Gerätetechnik aus. • erwerben praktische Erfahrung im Umgang mit automatisierungstechnischen Methoden und Werkzeugen der Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesungen Regelungstechnik A, Regelungstechnik B, Sensorik sowie Elektrische Antriebstechnik II
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Studienleistung, Praktikumsleistung, unbenotet, 2,5 ECTS weitere Erläuterungen: Die Praktikumsleistung umfasst zum Scheinerwerb zu jedem der Laborversuche die häusliche Vorbereitung, die selbstständige Versuchsdurchführung durch die Gruppe mit Hilfe einer Anleitung sowie die Interpretation der angefallenen Beobachtungen in der Gruppe. Ein nicht erfolgreich absolvierter Versuch kann am Praktikumsende wiederholt werden.
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 242643	Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Max Köppel Jasper Freitag Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	

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

8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010. Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012. Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004. Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008. Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	Inhalt	Es werden fünf Versuche durchgeführt zu den Themen: • Füllstandsregelung mit Kaskadenstruktur und Störgrößenaufschaltung (zwei Versuche) • Identifikation, Validierung und Regelung eines hydraulischen Linearantriebs • Identifikation und Regelung eines elastisch gelagerten Schwenkarms • Untersuchung von Regelkreisen in Matlab/Simulink anhand einer Zwei-Freiheitsgrade-Struktur
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • Methoden aus einer einführenden Lehrveranstaltung der Regelungstechnik in Simulationen und an Laboraufbauten anwenden • anfallende Versuchsergebnisse regelungstechnisch interpretieren und auswerten • mit Werkzeugen und Geräten der Steuerungs- und Regelungstechnik praktisch umgehen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul "Regelungstechnik A (Grundlagen)"
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 343279	Praktikum Regelungstechnik II Laboratory: Control engineering II	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Regelungstechnik II (3 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	Inhalt	Im Praktikum werden fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik auf verschiedene Versuchsaufbauten angewandt. Zur Auswahl stehen Versuche zu fünf Vertiefungsvorlesungen, von denen drei bearbeitet werden müssen. Jeder Versuch erstreckt sich über zwei Termine, die entweder am selben Aufbau oder an zwei verschiedenen Aufbauten durchgeführt werden. • Digitale Regelungen: Inverses Pendel (zwei Termine) • Nonlinear Control Systems: Laborkran und Ball-auf-Platte (jeweils ein Termin) • Numerical Optimization and Model Predictive Control: Ball-auf-Platte und Laborkran (jeweils ein Termin) • Robotics 1: Panda-Roboter (zwei Termine) • Ereignisdiskrete Systeme: Aufzug (zwei Termine)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • Methoden aus drei vertiefenden Lehrveranstaltungen der Regelungstechnik in Simulationen und an Laboraufbauten anwenden • anfallende Versuchsergebnisse regelungstechnisch interpretieren und in vertiefter Weise bewerten • mit aktuellen Werkzeugen und Geräten der Steuerungs- und Regelungstechnik praktisch umgehen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird der vorherige Besuch von drei Vertiefungsvorlesungen aus der Gruppe "Digitale Regelungen", "Nonlinear Control Systems", "Numerical Optimization and Model Predictive Control", "Robotics 1" und "Ereignisdiskrete Systeme" empfohlen.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Björn Eskofier An Nguyen Dr. Dario Zanca
5	Inhalt	At the Machine Learning and Data Analytics Lab we offer project topics that are related to our current research in the fields of Machine Learning, Human Computer Interaction, Modeling and Simulation and Wearable Computing. Other than a course with fixed topic, project topics are defined individually. The 10 ECTS project addresses students of computer science and medical engineering. However, most projects can also be offered as 5 ECTS medical engineering internship/praktikum. There will be a kick-off meeting the first Thursday 16:15-18:00 of each semester where topics in the field of machine learning and data analytics will be presented. Most topics will be related to the diverse research fields of the Machine Learning and Data Analytics Lab. Students also have the possibility to discuss their own project ideas with the supervisors. The distribution of topics will be based on prerequisites and first come, first serve in terms of time of registration until all topics are distributed. Students will have to contact the corresponding supervisor for the topic of interest. Additional topics are also presented on our website.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • arbeiten sich in einen Algorithmus der Mustererkennung ein und implementieren diesen • arbeiten sich in komplexe Softwaresysteme ein und erweitern diese • lernen, eigenständig Lösungsvorschläge auszuarbeiten und umzusetzen • dokumentieren die von ihnen geschriebene Software
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Portfolio
11	Berechnung der Modulnote	Portfolio (100%)

12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Laboratory training Connectivity

1	Modulbezeichnung 97520	Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung (2 SWS)	-
3	Lehrende	Matthias Kreuzer Dr.-Ing. Heinrich Löllmann	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	Inhalt	In diesem Laborpraktikum wird die Theorie aus der Vorlesung Digitale Signalverarbeitung in der Praxis angewandt, unter Verwendung der Programmierungsumgebung MATLAB. Die behandelten Themen umfassen Quantisierung, Spektralanalyse, FIR- und IIR-Filterentwurf, Filterbänke, sowie adaptive Filter. Das Praktikum besteht aus 5 Versuchsterminen, an denen die Teilnehmer in Zweiergruppen Programmieraufgaben lösen, und einem 5-tägigen Block, in dem jede Gruppe ein individuelles Projekt aus dem Bereich der Digitalen Signalverarbeitung bearbeitet. Das Praktikum erfordert vorhandene MATLAB-Programmierkenntnisse. Es ist möglich, das Praktikum parallel zur Vorlesung Digitale Signalverarbeitung zu besuchen, allerdings ist es dazu notwendig, die jeweiligen Vorlesungsinhalte vor dem Praktikumstermin zu wiederholen, und an Übung und Tutorium teilzunehmen. *Contents* In this laboratory course the theory from the lecture Digital Signal Processing is applied in practice, using the programming environment MATLAB. The topics include quantization, spectral analysis, FIR and IIR filter design, filter banks and adaptive filters. The course consists of 5 guided experiments in which students work on programming problems in groups of two, and a 5-day block course where each group works on an individual project from the field of digital signal processing. The preparation, as well as the results of the past experiment will be examined by a short test at the beginning of each experiment. For passing the lab course, a minimum number of points from the tests and the project is required. The course requires previous experience in MATLAB programming. It is possible to take the course in parallel to the DSP lecture, however, revision of the relevant lecture contents before each lab lesson, and participation in the DSP exercises and tutorials is required.
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • erzeugen funktionsfähige MATLAB-Programme zu den einzelnen vorgezeichneten Experimenten und wenden damit das in Vorlesung und Übung erworbene Wissen an • analysieren und evaluieren den von ihnen implementierten Algorithmus • verstehen die Anforderungen praktischer Realisierungen von Algorithmen zur Digitalen Signalverarbeitung

		reflektieren ihren eigenen Lernprozess während des Praktikums.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	The script for this lab course will be handed out at the introductory meeting. Moreover, the following books are recommended - J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007. - A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975. - K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012

1	Modulbezeichnung 97640	Laborpraktikum Mobilkommunikation Laboratory course: Mobile communication	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Mobilkommunikation (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker
5	Inhalt	Experiments • Characteristics of real mobile radio channels such as distortions and time variability • models for mobile radio channels • effects on the performance of a mobile radio system • Principles of different equalization methods • equalizer design for GSM / EDGE • simulation of trellis-based equalizers and visualization of the results • Principle of OFDM • implementation-relevant aspects such as nonlinearities and peak-to-average-power ratio • synchronization and equalization • MIMO Transmission (2 experiments) Versuche • Eigenschaften realer Mobilfunkkanäle wie Verzerrungen und Zeitvarianz, • Modelle für Mobilfunkkanäle • Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit eines Mobilfunksystems • Prinzipien verschiedener Entzerrverfahren • Entzerrerdisein für GSM/EDGE • Simulation von trellisbasierten Entzerrern und Visualisierung der Ergebnisse • Prinzip von OFDM • implementierungsrelevante Aspekte wie Nichtlinearitäten und Spitzenwertfaktor • Synchronisation und Entzerrung • MIMO Übertragung (2 Versuche)
6	Lernziele und Kompetenzen	The students • describe the characteristics of real mobile radio channels, • explain the principles of OFDM and MIMO transmission systems, • implement equalization and adaptation procedures in Matlab, • perform radio network simulations,

		• learn to develop program code, • work together in a small team. Die Studierenden • charakterisieren die Eigenschaften realer Mobilfunkkanäle, • erklären die Funktionsweise von OFDM- und MIMO-Übertragungssystemen, • implementieren Entzerrungs- und Adaptionungsverfahren in Matlab, • führen Funknetzsimulationen durch, • erlernen Programmcode eingeständig zu entwickeln, • arbeiten zielorientiert in einem kleinen Team zusammen.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorkenntnisse aus Vorlesungen zu Nachrichtenübertragung (Communications) und Systemtheorie (Signals and Systems); Inhalte des Moduls "Mobile Communications" sind erforderliche Voraussetzung für eine sinnvolle Teilnahme;
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	• There are 8 experiments to be completed as well as an introduction to Matlab. These are described in the course materials. • Each experiment is to be prepared in writing at home. The preparation is checked and evaluated (sufficient/not sufficient) at the beginning of each experiment. • The results of each experiment are to be kept on the experimental computers during the execution of the experiment (programming tasks) and are checked at the end of the experiment (sufficient/not sufficient). Measurement results are to be documented in writing. • To pass the course, 8 sufficient experiment preparations and 8 sufficient experiment executions are required. • Es sind 8 Versuche sowie eine Einführung in Matlab zu absolvieren. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben. • Jeder Versuch ist zu Hause schriftlich vorzubereiten. Die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Versuchs überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend). • Die Ergebnisse eines jeden Versuchs sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten (Programmieraufgaben) und werden zum Abschluss des Versuchs überprüft (ausreichend/nicht ausreichend). Messergebnisse sind schriftlich zu dokumentieren. • Zum Bestehen des Praktikums sind 8 ausreichende Versuchsvorbereitungen und 8 ausreichende Versuchsdurchführungen notwendig.

11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Skriptum zum Praktikum Mobilkommunikation

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	Inhalt	• Aufbau einer akustischen FSK Datenverbindung • Einführung in die VHDL Programmierung eines FPGAs • Erzeugung einer PRBS Sequenz • Effiziente Implementierung eines Sinusgenerators mit Hilfe des Cordic Algorithmus • Digitale Filterung • Demodulation/Detektion
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse in der Programmierung mit MATLAB und VHDL Die Studierenden sind in der Lage, eine digitales Datenübertragungssystem vom Sender bis zum Empfänger theoretisch zu konzeptionieren, in MATLAB zu simulieren und praktisch in VHDL auf einem FPGA umzusetzen Die Studierenden erhalten die theoretische und praktische Fähigkeit, digitale Signale zu definieren, zu verarbeiten, digitale Filter zu erzeugen und Signale mit diesen zu manipulieren Die Studierenden verstehen die Schnittstelle zwischen der digitalen und analogen Ebene und sind in der Lage, diese Schnittstellen auf einem FPGA Evaluation Board zu verwenden
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 93511	Praktikum Digitale Übertragung Digital communication Lab	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Digitale Übertragung (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober
5	Inhalt	• 1 Digital Transmission of Data 1.1 Introduction, Background, Motivation 1.2 Purpose 1.3 Lab Environment 1.3.1 Transmitter 1.3.2 Receiver 1.4 Lab Exercises 1.4.1 Signal Generation at the Transmitter 1.4.2 (Coherent) Receivers for Pulse Amplitude Modulation 1.4.3 Transmission over the AWGN Channel • 2 Implementation of Transmitter and Receiver in Matlab 2.1 Introduction, Background, Motivation 2.2 Purpose 2.3 Lab Environment 2.3.1 Oversampling factor 2.3.2 Transmitter 2.3.3 Channel 2.3.4 Receiver 2.4 Lab Exercises 2.4.1 Transmitter 2.4.2 Channel 2.4.3 Receiver 2.4.4 BER calculation • 3 Variants of PAM-Transmission Schemes 3.1 Introduction, Background, Motivation 3.2 Purpose 3.3 Lab Environment 3.4 Lab Exercises 3.4.1 Basic Pulse Shape 3.4.2 Offset-QAM 3.4.3 Gaussian Minimum Shift-Keying 3.4.4 "Carrierless Amplitude and Phase Modulation • 4 OFDM 4.1 Introduction, Background, Motivation 4.1.1 Orthogonal Frequency-Division Multiplexing 4.1.2 Bit Loading 4.2 Purpose 4.3 Lab Environment 4.4 Lab Exercises 4.4.1 OFDM Transmitter 4.4.2 OFDM Receiver 4.4.3 Bit Loading • 5 Signal Space Representation 5.1 Introduction, Background, Motivation 5.2 Purpose 5.3 Lab Environment 5.4 Signal Space Representation 5.4.1 Orthogonality 5.4.2 Orthogonalization 5.5 Lab Exercises 5.5.1 Transmission with signal elements 5.5.2 Gram-Schmidt Procedure 5.5.3 Frequency Shift Keying • 6 Signal Processing in MIMO Systems 6.1 Introduction, Background, Motivation 6.2 Lab Environment 6.3 Lab Exercises 6.3.1 System Model 6.3.2 SISO 6.3.3 SIMO 6.3.4 MIMO
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse der digitalen Nachrichtenübertragungsverfahren und der zugehörigen mathematischen Grundlagen anhand von Laborversuchen. Sie analysieren die Eigenschaften digitaler Pulsamplitudenmodulation und Varianten digitaler PAM. Dazu erzeugen sie im Labor mit der zur Verfügung gestellten Ausrüstung Sendesignale, die sie mit Hilfe üblicher Messgeräte (Oszilloskop, Effektivwertmesser) analysieren. Sie bauen 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 ausgegeben Unterlagen und den Unterlagen zum Modul "Digitale Übertragung selbständig vor. Sie sind in der Lage, die für den jeweiligen Versuch notwendigen theoretischen Kenntnisse vor und während des Versuchs zu erklären und zur Lösung der Laboraufgaben und vorbereitenden Hausaufgaben einzusetzen. Sie dokumentieren die durchgeführten Versuche selbständig in ihren Unterlagen, so dass die Nachvollziehbarkeit der Arbeiten jederzeit gegeben ist. Die Arbeit im Labor organisieren sie in Kleingruppen (2-3 Personen) selbst. Sie erkennen die Notwendigkeit gewissenhafter Vorbereitung der Lerninhalte und disziplinierter Arbeitsweise im Labor.

Die Unterrichtssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch. Unterlagen werden ausschließlich auf Englisch zur Verfügung gestellt, weswegen die Studierenden die englischen Fachtermini kennen und nutzen.

Students deepen and extend their knowledge of digital message transmission methods and the associated mathematical principles by means of laboratory experiments. They analyze the properties of digital pulse amplitude modulation and variants of digital PAM. To this end, they generate transmit signals in the laboratory using the equipment provided and analyze them with the aid of standard measuring instruments (oscilloscope, rms meter). They build transmission links for these PAM methods and investigate the effects on the receiver side. They determine signal-to-noise ratios, error rates, etc.

Furthermore, the students implement their knowledge of the PAM transmission methods in self-created MATLAB routines, which model the simulation of a complete PAM transmission with transmitter, channel and receiver on the computer. In another experiment, students add an OFDM transmission to this model and analyze the operation of OFDM transmitters and receivers. They investigate the operation of loading algorithms in OFDM systems and implement them in MATLAB.

Students clarify the concept of signal space representation in digital transmission and implement an example system in MATLAB.

They create routines for Gram-Schmidt orthogonalization and FSK transmission in MATLAB. Students analyze simple MIMO scenarios and implement corresponding receiver algorithms.

The students independently prepare the experiments in the laboratory using the issued documents and the documents for the module "Digital

		Transmission". They are able to explain the theoretical knowledge required for the respective experiment before and during the experiment and use it to solve the laboratory tasks and preparatory homework. They independently document the experiments carried out in their records so that the supervisors can trace the work at any time. They organize the work in the laboratory themselves in small groups (2-3 persons). They recognize the necessity of certain preparation of the learning content and disciplined working methods in the laboratory. The language of instruction is either German or English. Documents are provided exclusively in English, which is why the students know and use the English technical terms.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Das Praktikum richtet sich ausschließlich an Studierende, die das Moduls "Digitale Übertragung bereits absolviert haben oder es parallel zum Praktikum belegen. Die Inhalte dieses Moduls sind unabdingbare Grundlage und werden von den Studierenden beherrscht, d.h., sie können die entsprechenden Zusammenhänge erklären, Problemstellungen mathematisch formulieren und benötigte Größen berechnen. Grundlegende Kenntnisse der Software MATLAB sind notwendig (bspw. aus "Software für die Mathematik" oder "Simulationstools"). The lab course is aimed exclusively at students who have already completed the "Digital Transmission" module or who are taking it in parallel with the lab course. The contents of this module are an indispensable basis and are mastered by the students, i.e. they can explain the corresponding relationships, formulate problems mathematically and calculate required quantities. Basic mastery of the MATLAB software is necessary
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	• Skriptum zum Praktikum • Skriptum zur Vorlesung Digitale Übertragung bzw. Digital Communications • übliche Standardlehrwerke zur Thematik (Proakis, Haykin usw.)

1	Modulbezeichnung 293179	Praktikum Digitale Übertragung Digital communications lab	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Digitale Übertragung (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	Inhalt	• 1 Digital Transmission of Data 1.1 Introduction, Background, Motivation 1.2 Purpose 1.3 Lab Environment 1.3.1 Transmitter 1.3.2 Receiver 1.4 Lab Exercises 1.4.1 Signal Generation at the Transmitter 1.4.2 (Coherent) Receivers for Pulse Amplitude Modulation 1.4.3 Transmission over the AWGN Channel • 2 Implementation of Transmitter and Receiver in Matlab 2.1 Introduction, Background, Motivation 2.2 Purpose 2.3 Lab Environment 2.3.1 Oversampling factor 2.3.2 Transmitter 2.3.3 Channel 2.3.4 Receiver 2.4 Lab Exercises 2.4.1 Transmitter 2.4.2 Channel 2.4.3 Receiver 2.4.4 BER calculation • 3 Variants of PAM-Transmission Schemes 3.1 Introduction, Background, Motivation 3.2 Purpose 3.3 Lab Environment 3.4 Lab Exercises 3.4.1 Basic Pulse Shape 3.4.2 Offset-QAM 3.4.3 Gaussian Minimum Shift-Keying 3.4.4 "Carrierless Amplitude and Phase Modulation • 4 OFDM 4.1 Introduction, Background, Motivation 4.1.1 Orthogonal Frequency-Division Multiplexing 4.1.2 Bit Loading 4.2 Purpose 4.3 Lab Environment 4.4 Lab Exercises 4.4.1 OFDM Transmitter 4.4.2 OFDM Receiver 4.4.3 Bit Loading • 5 Signal Space Representation 5.1 Introduction, Background, Motivation 5.2 Purpose 5.3 Lab Environment 5.4 Signal Space Representation 5.4.1 Orthogonality 5.4.2 Orthogonalization 5.5 Lab Exercises 5.5.1 Transmission with signal elements 5.5.2 Gram-Schmidt Procedure 5.5.3 Frequency Shift Keying • 6 Signal Processing in MIMO Systems 6.1 Introduction, Background, Motivation 6.2 Lab Environment 6.3 Lab Exercises 6.3.1 System Model 6.3.2 SISO 6.3.3 SIMO 6.3.4 MIMO
6	Lernziele und Kompetenzen	• Die Studierenden vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse der digitalen Nachrichtenübertragungsverfahren und der zugehörigen mathematischen Grundlagen anhand von Laborversuchen. Sie analysieren die Eigenschaften digitaler Pulsamplitudenmodulation und Varianten digitaler PAM. Dazu erzeugen sie im Labor mit der zur Verfügung gestellten Ausrüstung Sendesignale, die sie mit Hilfe üblicher Messgeräte (Oszilloskop, Effektivwertmesser) analysieren. Sie bauen 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 Empfängeralgorithmien.
- Die Studierenden bereiten die Bearbeitung der Versuche im Labor anhand der ausgegeben Unterlagen und den Unterlagen zum Modul "Digitale Übertragung selbständig vor. Sie sind in der Lage, die für den jeweiligen Versuch notwendigen theoretischen Kenntnisse vor und während des Versuchs zu erklären und zur Lösung der Laboraufgaben und vorbereitenden Hausaufgaben einzusetzen. Sie dokumentieren die durchgeführten Versuche selbständig in ihren Unterlagen, so dass die Nachvollziehbarkeit der Arbeiten jederzeit gegeben ist. Die Arbeit im Labor organisieren sie in Kleingruppen (2-3 Personen) selbst. Sie erkennen die Notwendigkeit gewissenhafter Vorbereitung der Lerninhalte und disziplinierter Arbeitsweise im Labor.
- Die Unterrichtssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch. Unterlagen werden ausschließlich auf Englisch zur Verfügung gestellt, weswegen die Studierenden die englischen Fachtermini kennen und nutzen.

- Students deepen and extend their knowledge of digital message transmission methods and the associated mathematical principles by means of laboratory experiments. They analyze the properties of digital pulse amplitude modulation and variants of digital PAM. To this end, they generate transmit signals in the laboratory using the equipment provided and analyze them with the aid of standard measuring instruments (oscilloscope, rms meter). They build transmission links for these PAM methods and investigate the effects on the receiver side. They determine signal-to-noise ratios, error rates, etc.
- Furthermore, the students implement their knowledge of the PAM transmission methods in self-created MATLAB routines, which model the simulation of a complete PAM transmission with transmitter, channel and receiver on the computer. In another experiment, students add an OFDM transmission to

		this model and analyze the operation of OFDM transmitters and receivers. They investigate the operation of loading algorithms in OFDM systems and implement them in MATLAB. • Students clarify the concept of signal space representation in digital transmission and implement an example system in MATLAB. They create routines for Gram-Schmidt orthogonalization and FSK transmission in MATLAB. Students analyze simple MIMO scenarios and implement corresponding receiver algorithms. • The students independently prepare the experiments in the laboratory using the issued documents and the documents for the module "Digital Transmission". They are able to explain the theoretical knowledge required for the respective experiment before and during the experiment and use it to solve the laboratory tasks and preparatory homework. They independently document the experiments carried out in their records so that the supervisors can trace the work at any time. They organize the work in the laboratory themselves in small groups (2-3 persons). They recognize the necessity of certain preparation of the learning content and disciplined working methods in the laboratory. • The language of instruction is either German or English. Documents are provided exclusively in English, which is why the students know and use the English technical terms.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Das Praktikum richtet sich ausschließlich an Studierende, die das Moduls "Digitale Übertragung bereits absolviert haben oder es parallel zum Praktikum belegen. Die Inhalte dieses Moduls sind unabdingbare Grundlage und werden von den Studierenden beherrscht, d.h., sie können die entsprechenden Zusammenhänge erklären, Problemstellungen mathematisch formulieren und benötigte Größen berechnen. Grundlegende Kenntnisse der Software MATLAB sind notwendig (bspw. aus "Software für die Mathematik" oder "Simulationstools"). The lab course is aimed exclusively at students who have already completed the "Digital Transmission" module or who are taking it in parallel with the lab course. The contents of this module are an indispensable basis and are mastered by the students, i.e. they can explain the corresponding relationships, formulate problems mathematically and calculate required quantities. Basic mastery of the MATLAB software is necessary
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	• Es sind 5 Versuche zu absolvieren. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben.

		• Jeder Versuch ist zu Hause schriftlich vorzubereiten. Die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Versuch überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend). Die schriftliche Vorbereitung ist vor Beginn des Versuchs zusätzlich auf StudOn elektronisch einzureichen. • Die Ergebnisse eines jeden Versuchs sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten (Programmieraufgaben) und werden zum Abschluss des Versuchs überprüft (ausreichend/nicht ausreichend). Messergebnisse sind schriftlich zu dokumentieren. Zusätzlich sind erstellte Dateien und Unterlagen in Anschluss an die Versuchsdurchführung elektronisch auf StudOn zu hinterlegen. • Zum Bestehen des Praktikums sind 5 ausreichende Versuchsvorbereitungen und 5 ausreichende Versuchsdurchführungen notwendig. • Das erfolgreiche Absolvieren einführender Unterweisungen und Aufgaben in die verwendeten Geräte, die Matlab-Entwicklungsumgebung sowie die Lernplattform StudOn ist Voraussetzung für die weitere Teilnahme am Praktikum. • There are 5 experiments to be completed. These are described in the course documentation. Each experiment must be prepared in writing at home. The preparation is checked and evaluated at the beginning of each attempt (sufficient/not sufficient). The written preparation must also be submitted electronically on StudOn prior to the start of the attempt. • 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. In addition, the files and documents created are to be stored electronically on StudOn following the execution of the experiment. • To pass the lab course, 5 sufficient experiment preparations and 5 sufficient experiment executions are required. • Successful completion of introductory instruction and assignments in the equipment used, the Matlab development environment and the StudOn learning platform is a prerequisite for further participation in the lab course. ----
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

16	Literaturhinweise	• Skriptum zum Praktikum • Skriptum zur Vorlesung Digitale Übertragung bzw. Digital Communications • übliche Standardlehrwerke zur Thematik (Proakis, Haykin usw.)

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	Inhalt	In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden neun Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt: • Darstellung und Messung von HF-Signalen • Wellenausbreitung und Reflexionsfaktormessung • Streuparametermessung • Netzwerkanalyse • Anpassungs-Transformatoren • Antennen und Strahlungsfelder • Nichtreziproke Bauelemente • HF-Resonatoren
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 1, zu HF-Messtechnik, Antennen und weiteren passiven HF-Bauteilen durch vorlesungsbegleitende Experimente anwenden und vertiefen. • analysieren mit modernster HF-Messtechnik und Methoden passive Schaltungen und Komponenten • sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Filter und Antennen zu evaluieren und zu bewerten • erhalten einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik. Sie sind damit in der Lage, grundlegende HF-Systeme, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten, in der Praxis einzusetzen und zu evaluieren. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikumsleistung
11	Berechnung der Modulnote	Praktikumsleistung (100%)

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

1	Modulbezeichnung 631385	Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2 Laboratory on microwave technology 2	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Hochfrequenztechnik/ Mikrowellentechnik 2 (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür	

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

9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	Zinke, O., Brunswig, H., Hochfrequenztechnik 1, Springer Verlag, Berlin, 1999 Meinke, H. H., Grundlach, F.-W., Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, Berlin, 1992

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	Inhalt	Aufbauend auf den Kenntnissen der Vorlesung und Übung "Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen" werden im Rahmen dieses Blockpraktikums integrierte Hochfrequenzschaltungen mithilfe von Cadence simulativ entwickelt.
6	Lernziele und Kompetenzen	Wissen / Verstehen: Die Studierenden vertiefen ihre Grundkompetenzen in den folgenden Bereichen: • Analoge Schaltungstechnik • Entwurf Integrierter Schaltungen • Hochfrequenztechnik • Schaltungen für Funkanwendungen Anwenden: Die Studierenden erhalten • praktische Erfahrung im Entwurf ausgewählter Schaltungen der Kommunikationstechnik • praktische Erfahrung mit der CAD Software "Cadence Virtuoso Analog Design Environment" zum Entwurf integrierter Schaltungen • praktische Erfahrung mit linearen und nichtlinearen Simulationstechniken ("S-Parameter", "Harmonic Balance") zur Analyse der HF Parameter von Schaltungen Beurteilen: Die Studierenden entwickeln • Verständnis für Optimierungsmöglichkeiten von integrierten Schaltungen, insbesondere Hochfrequenzschaltungen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	Unregelmäßig

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 37 h Eigenstudium: 38 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Laboratory training E- Powertrain

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger
5	Inhalt	Dieses Praktikum führt die Studierenden in das Gebiet der eingebetteten Mikrocontroller-Systeme ein. Basierend auf dem Stoff der Vorlesungen Digitaltechnik, Schaltungstechnik und Systemprogrammierung bearbeiten die Teilnehmer/-innen eine Problemstellung, die mittels einer Maschine" gelöst werden soll. Zusätzlich notwendiges Wissen wird vermittelt, damit diese Maschine" in 2er-Gruppen weitgehend selbständig aufgebaut werden kann. Verwendet wird eine vom Lehrstuhl selbst entwickelte Platine auf Basis des AVR ATmega32 mit einem LCD-Display und einem ISM-Funkmodul. Schrittweise erfolgt der Lötaufbau des USB-Programmieradapters und der Hardware-Plattform mit Blick auf das zu realisierende Gesamtsystem. Während die Programmiermodule immer umfangreicher werden, wird mit zunehmender Erfahrung der Teilnehmer/-innen das System auf einem Lochrasterfeld durch eigene Schaltungen ergänzt und erweitert. Als Besonderheit darf die entwickelte Maschine" nach dem Ende des Praktikums von den Teilnehmern behalten werden. Programmiert wird konsequent in C (und Inline-Assembler) und verwendet werden ausschließlich frei verfügbare Entwicklungshilfsmittel. Für einen kontinuierlichen Entwicklungsfortschritt im Zusammenspiel mit dem Hardwareaufbau ist es hierbei unerlässlich das bereits gewisse Erfahrungen in dieser Programmiersprache bestehen. Nach Abschluss des Praktikums sind die Teilnehmer/-innen in der Lage ein Mikrocontroller-System für den Einsatz in einem Mess- oder Steuerungsprojekt aufzubauen, effektiv zu programmieren und Daten über eine Kurzstreckenfunkübertragung auszutauschen.
6	Lernziele und Kompetenzen	Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung 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. Die Studierenden sind weiterhin nach der Veranstaltung in der Lage, eine Entwicklungsumgebung für Mikrocontroller anzuwenden, sie lernen folgende Aspekte zu verstehen: • Software-Entwicklung unter Linux

		• Erzeugung von lauffähigem Code auf einem Mikrocontroller • Übertragung von Binärcode zum Mikrocontroller Im Rahmen des Aufbaus zweier Platinen werden zusätzlich folgende Inhalte vermittelt: • Löten an bedrahteten Bauelementen • Aufbau von einer Programmieradapterschaltung • Aufbau von einer Entwicklungsplattform mit integriertem Mikrocontroller und LCD-Display • Systematische Fehlersuche Durch die verwendeten Hard- und Software-Komponenten und generell gültigen Methodiken im Praktikum sind die erlernten Inhalte auch auf andere Mikrocontroller-Architekturen und Entwicklungssysteme übertragbar. Durch die Aufgabenstellungen des Praktikums sind die Studierenden später in der Lage, folgende Kommunikationsschnittstellen zu verstehen und eigene Treiber dafür zu entwickeln: • Serielle synchrone Datenübertragung (SPI) • serielle asynchrone Datenübertragung (UART) • parallele bidirektionale Datenübertragung über einen Bus Weiterhin sind die Studierenden nach dem Praktikum in der Lage folgende Kommunikationsprotokolle anzuwenden: • Befehlssatz des LCD Controllers HD44780 • Befehlssatz eines ISM Funkmoduls
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	• Die Beherrschung der Inhalte von Lehrveranstaltungen in einem ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium, die in die Grundlagen der Informatik und Elektrotechnik einführen • Kenntnisse in der Programmiersprache C • Grundverständnis von Booleschen Operationen • Englischkenntnisse • Deutschkenntnisse
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 2022 Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch

16	Literaturhinweise	Kernighan / Ritchie: The C Programming Language https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/

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

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

		Die Studierenden bauen die Versuche teilweise selbst auf und führen Messungen durch. Evaluieren (Beurteilen) Die Messergebnisse werden mit Vorlesung und Übung verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 4
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	EMF: Arbeitsblätter zur Vorlesung Leistungselektronik EAM: Skript zur Vorlesung Versuchsbeschreibungen

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

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	Inhalt	Je zwei Versuche zur Regelungstechnik (LRT), zur Sensorik (LSE) und zur elektrischen Antriebstechnik (EAS): • Zustandsregelung eines reduzierten Helikoptermodells (LRT) • Dreitank-Füllstandsregelung (LRT) • Abstands- und Wegsensoren (LSE) • Durchflussmesstechnik (LSE) • Befüllautomat (EAM) • Ebenenpositioniersystem "Heißer Draht" (EAM)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: • wenden das Methodenwissens aus den automatisierungstechnischen Kernmodulen zur Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik in jeweils zwei beispielhaften technischen Anwendungen an. • interpretieren die anfallenden Beobachtungen und werten die Ergebnisse mit Blick auf die jeweils zur Anwendung gebrachten Methoden und die eingesetzte Gerätetechnik aus. • erwerben praktische Erfahrung im Umgang mit automatisierungstechnischen Methoden und Werkzeugen der Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesungen Regelungstechnik A, Regelungstechnik B, Sensorik sowie Elektrische Antriebstechnik II
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Studienleistung, Praktikumsleistung, unbenotet, 2.5 ECTS weitere Erläuterungen: Die Praktikumsleistung umfasst zum Scheinerwerb zu jedem der Laborversuche die häusliche Vorbereitung, die selbstständige Versuchsdurchführung durch die Gruppe mit Hilfe einer Anleitung sowie die Interpretation der angefallenen Beobachtungen in der Gruppe. Ein nicht erfolgreich absolvierter Versuch kann am Praktikumsende wiederholt werden.
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 490782	Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA Laboratory electrical drives MA	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Marco Eckstein Karsten Knörzer Sara Hosseini Shima Tavakoli	

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

		und Ströme bei verschiedenen Belastungen aufgezeichnet und die Frequenzspektren ausgewertet. Die Auswertungen beim Betrieb mit $U/f = \text{konst.}$ und feldorientierter Regelung werden verglichen. *Digitale Regelung eines Drehstrom-Servoantriebes (V4)* Servoantriebe haben die Aufgabe, Maschinenteile exakt zu positionieren oder entlang bestimmter Bahnkurven zu bewegen. Sie werden zum Beispiel in der Fertigungstechnik (Werkzeugmaschinen, Industrierobotern, usw.) eingesetzt. Heutzutage werden üblicherweise Drehstrommaschinen als Servomotoren gebraucht. Man unterscheidet bei diesen Motoren zwei Varianten: den älteren Blockstrom- und den moderneren Sinusstrommotor. In diesem Versuch wird eine permanenterregte Synchronmaschine mit Sinusstrom untersucht. Neben der Wirkungsweise des Motors liegt der Schwerpunkt des Versuches auf dem Verständnis der digitalen Regelung.
6	Lernziele und Kompetenzen	Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Wissen: • ◦ Die Studierenden bauen die Versuche teilweise auf und führen Messungen durch. Evaluieren: Die Messergebnisse werden mit Vorlesungen verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	Inhalt	Es werden fünf Versuche durchgeführt zu den Themen: • Füllstandsregelung mit Kaskadenstruktur und Störgrößenaufschaltung (zwei Versuche) • Identifikation, Validierung und Regelung eines hydraulischen Linearantriebs • Identifikation und Regelung eines elastisch gelagerten Schwenkarms • Untersuchung von Regelkreisen in Matlab/Simulink anhand einer Zwei-Freiheitsgrade-Struktur
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • Methoden aus einer einführenden Lehrveranstaltung der Regelungstechnik in Simulationen und an Laboraufbauten anwenden • anfallende Versuchsergebnisse regelungstechnisch interpretieren und auswerten • mit Werkzeugen und Geräten der Steuerungs- und Regelungstechnik praktisch umgehen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul "Regelungstechnik A (Grundlagen)"
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 343279	Praktikum Regelungstechnik II Laboratory: Control engineering II	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Regelungstechnik II (3 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	Inhalt	Im Praktikum werden fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik auf verschiedene Versuchsaufbauten angewandt. Zur Auswahl stehen Versuche zu fünf Vertiefungsvorlesungen, von denen drei bearbeitet werden müssen. Jeder Versuch erstreckt sich über zwei Termine, die entweder am selben Aufbau oder an zwei verschiedenen Aufbauten durchgeführt werden. • Digitale Regelungen: Inverses Pendel (zwei Termine) • Nonlinear Control Systems: Laborkran und Ball-auf-Platte (jeweils ein Termin) • Numerical Optimization and Model Predictive Control: Ball-auf-Platte und Laborkran (jeweils ein Termin) • Robotics 1: Panda-Roboter (zwei Termine) • Ereignisdiskrete Systeme: Aufzug (zwei Termine)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • Methoden aus drei vertiefenden Lehrveranstaltungen der Regelungstechnik in Simulationen und an Laboraufbauten anwenden • anfallende Versuchsergebnisse regelungstechnisch interpretieren und in vertiefter Weise bewerten • mit aktuellen Werkzeugen und Geräten der Steuerungs- und Regelungstechnik praktisch umgehen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird der vorherige Besuch von drei Vertiefungsvorlesungen aus der Gruppe "Digitale Regelungen", "Nonlinear Control Systems", "Numerical Optimization and Model Predictive Control", "Robotics 1" und "Ereignisdiskrete Systeme" empfohlen.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Laboratory training

Sustainable mobility and production technology

1	Modulbezeichnung 92507	Laborpraktikum Human-Robot Interaction no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Human-Robot Interaction Laboratory (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Martin Rohrmüller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	Inhalt	Six experiments are completed in the HRI (Human Robot Interaction) practical course. After an introduction to ROS and Python, three experiments are carried out with a Franka-Emika lightweight robot and two experiments with a humanoid NAO robot. The structure of each experiment is composed of a preparation phase, an execution phase and a reflection phase, in which the participants work in groups on tasks to create a complex application on each of the platforms. • Introduction to the Robot Operating System (ROS) • Introduction to Python • Teleoperation of the lightweight robot • Collaboration with the lightweight robot • Collision detection and reconfiguration with the lightweight robot • Object recognition with the humanoid robot as platform • Object recognition with neural networks
6	Lernziele und Kompetenzen	Upon completion of the lab course, students will be able to understand the basic concepts of ROS and design applications of a lightweight robot in terms of human-machine interaction. They will learn how humanoid robots work and assess their current state of the art.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Englisch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	Inhalt	Je zwei Versuche zur Regelungstechnik (LRT), zur Sensorik (LSE) und zur elektrischen Antriebstechnik (EAS): • Zustandsregelung eines reduzierten Helikoptermodells (LRT) • Dreitank-Füllstandsregelung (LRT) • Abstands- und Wegsensoren (LSE) • Durchflussmesstechnik (LSE) • Befüllautomat (EAM) • Ebenenpositioniersystem "Heißer Draht" (EAM)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden: • wenden das Methodenwissens aus den automatisierungstechnischen Kernmodulen zur Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik in jeweils zwei beispielhaften technischen Anwendungen an. • interpretieren die anfallenden Beobachtungen und werten die Ergebnisse mit Blick auf die jeweils zur Anwendung gebrachten Methoden und die eingesetzte Gerätetechnik aus. • erwerben praktische Erfahrung im Umgang mit automatisierungstechnischen Methoden und Werkzeugen der Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Vorlesungen Regelungstechnik A, Regelungstechnik B, Sensorik sowie Elektrische Antriebstechnik II
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Studienleistung, Praktikumsleistung, unbenotet, 2,5 ECTS weitere Erläuterungen: Die Praktikumsleistung umfasst zum Scheinerwerb zu jedem der Laborversuche die häusliche Vorbereitung, die selbstständige Versuchsdurchführung durch die Gruppe mit Hilfe einer Anleitung sowie die Interpretation der angefallenen Beobachtungen in der Gruppe. Ein nicht erfolgreich absolvierter Versuch kann am Praktikumsende wiederholt werden.
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Sommersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94895	Praktikum FAPS Laboratory course: FAPS	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum FAPS (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl Florian Faltus Nina Merz Maximilian Zwingel Andreas Riedel Marcel Sippel Lukas Gugel Christian Voigt	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	Inhalt	Die Studierenden erwerben vertiefte Kompetenzen in den praktischen Bereichen Engineering, Elektromaschinenbau, Elektronikproduktion, industrielle Entwicklung und energieeffiziente Produktion aus der Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Zur Belegung des Moduls wird in StudOn einer der folgenden Kurse gewählt: • Praktikum Durchgängiges Engineering [PDE] • Praktikum Elektromaschinenbau [EMB-P] • Praktikum energieeffiziente Produktion [EEP] Im SoSe zusätzlich: • Praktikum industrielle Entwicklung [PiE] • Produktionstechnologien dreidimensionaler Schaltungsträger [ProMID] • Praktikum Produktionstechnologien für die Leistungselektronik [PEPLab].
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden erwerben vertiefte Kompetenzen in den praktischen Bereichen Engineering, Elektromaschinenbau, Elektronikproduktion, industrielle Entwicklung und energieeffiziente Produktion aus der Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung der vorgegebenen Versuche
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94897	Praktikum Fertigungsmesstechnik Laboratory course: Manufacturing metrology	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Masterpraktikum Fertigungsmesstechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	Inhalt	Das Praktikum besteht aus folgenden fünf Versuchen: Mikro- und Nanomesstechnik (MNMT) https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_5 Beschreibung von grundlegenden Eigenschaften und Besonderheiten der Mikro- und Nanomesstechnik, Einführung in die Grundlagen der Rastersondenmikroskopie, Aufzeigen der Vorteile und Grenzen der Rastersondenmikroskopie, Aufnehmen und Darstellen kleinster Strukturen in einem Bereich von < 0,5 µm unter Verwendung eines Rastersondenmikroskops. Röntgen-Computertomografie (RCT) https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_10 Einführung in die Verwendung der Röntgencomputertomografie für die geometrische Messtechnik, Simulation röntgencomputertomografischer Messungen mit aRTist (Software der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung), Messtechnische Auswertung röntgencomputertomografischer Messdaten mit VG StudioMax Streifenlichtprojektionsmesstechnik (SLPMT) https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_11 Einführung in die physikalischen und technischen Grundlagen zur Streifenlichtprojektionsmesstechnik, Aufzeigen von Vorteile sowie Grenzen dieser Messtechnik, Durchführung von Messungen zu typischen Messaufgaben der Streifenlichtprojektions-messtechnik unter Verwendung geeigneter Bauteile, Eigenständige Bearbeitung praktischer Übungen zur Aufnahme von Oberflächen unter Verwendung der Streifenlichtprojektions-messtechnik. Taktile Formmesstechnik (TFMT) https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_12 Einführung in die dimensionelle bzw. geometrische Formmesstechnik am Beispiel der Rundheitsmessung eines Motorkolbens, Kennenlernen zwei unterschiedlicher Messverfahren (manuelle Messung unter Verwendung von Prismen und inkrementellen Feinzeigers, maschinelle Messung mittels Formmessgerät), Auswertung und Vergleich der beiden Messverfahren zur Formmesstechnik.

		Optische Messung von Mikrobauanteilen (OMM) https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_7 Einführung in die dimensionelle bzw. geometrische, optische Mikrokoordinatenmesstechnik, 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, Darstellen und Auswerten der Messergebnisse, Messunsicherheits-betrachtung für das Messverfahren.
6	Lernziele und Kompetenzen	Mikro- und Nanomesstechnik (MNMT) Die Studierenden • kennen die Haupteinsatzgebiete der Mikro- und Nanomesstechnik sowie verschiedene Messverfahren innerhalb dieses Messgebietes, • kennen die grundlegende Wirkweise und den Aufbau eines Rastersondenmikroskops, • kennen die Grenzen sowie die technischen Einschränkungen dieser Messtechnik, • können Strukturen mit einem Rastersondenmikroskop erfassen und die Ergebnisse angemessen darstellen. Röntgen-Computertomografie (RCT) Die Studierenden • können den Aufbau, die Funktionsweise und die physikalischen Grundlagen eines industriellen Computertomographiesystems erklären (Anlagentechnik, Eigenschaften und Wechselwirkung von Röntgenstrahlung, Rekonstruktion), • können die messtechnische Auswertung und Verwendung der rekonstruierten Volumendaten erklären (Segmentierung, Merkmalsauswertung), • kennen die verschiedenen messtechnischen Artefakte bei der Verwendung der Röntgencomputertomografie und Möglichkeiten zu ihrer Begrenzung, • können unter Verwendung der Software aRTist eine röntgencomputertomografische Simulation starten und die entstehenden Volumendaten mit VG Studio Max auswerten. Streifenlichtprojektionsmesstechnik (SLPMT) Die Studierenden • können den Aufbau, die Funktionsweise und die technischen Komponenten eines Streifenlichtprojektions-messsystems beschreiben und erklären, • kennen die Grenzen dieser Messtechnik in Bezug auf die Oberflächenbeschaffenheit und die Form der zu messenden Bauteile, • können eigenständig Messungen mit dem Messgerät GOM ATOS Core oder vergleichbaren Messgeräten durchführen,

		- kennen grundlegende Auswertemöglichkeiten der aufgenommenen Datensätze unter Verwendung der Software GOM Inspect. Taktile Formmesstechnik (TFMT) Die Studierenden - kennen die Haupteinsatzgebiete der taktilen Formmesstechnik, - kennen die grundlegende Funktionsweise und die prinzipiellen Unterschiede und Grenzen der einzelnen Rundheitsmessverfahren, - können die Rundheit an Werkstücken erfassen, - können die Messergebnisse darstellen und angemessen bewerten. Optische Messung von Mikrobauteilen (OMM) Die Studierenden - kennen grundlegende Messverfahren der Mikrokoordinatenmesstechnik, - können unter Anleitung verschiedene Messaufgaben mit dem Werth Videocheck IP 250 durchführen, - können die Messergebnisse angemessen darstellen und die Einflüsse auf das Messergebnis benennen, - können eine einfache Messunsicherheitsbetrachtung nach GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) durchführen und ein vollständiges Messergebnis angeben.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94890	Praktikum KTMfk/Rechnerunterstützte Produktentwicklung Laboratory course: Computer-aided production methods	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Rechnerunterstützte Produktentwicklung (2 SWS)	-
3	Lehrende	Martin Roth	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack
5	Inhalt	Mehrkörpersimulation, CAD-Modellierung, Bildkorrelation, Data Mining, Toleranzsimulation
6	Lernziele und Kompetenzen	<u>Fachkompetenz</u> Wissen Im Rahmen des Praktikums RPE werden den Studierenden Kenntnisse über die rechnerunterstützte Produktentwicklung durch Computer Aided Engineering (CAE) vermittelt. Wesentlicher Lehrinhalt des Praktikums sind ebenfalls Theorie und Einsatz der rechnerbasierten Werkzeuge. In den fünf Versuchen wird ein Grundwissen zu den eingesetzten rechnergestützten Werkzeugen vermittelt, insbesondere Wissen über: • rechnerunterstützte Berechnungsmethoden (Computer Aided Engineering CAE) • rechnerunterstützte Produktmodellierung durch Computer Aided Design (CAD) (Varianten, Parametrik, Produktfamilien, Regeln) • Verfahren der Mehrkörpersimulation (MKS) • Verfahren zur rechnerunterstützten Auswertung von optischen Messungen mittels Bildkorrelationsverfahren • Methoden des Data Minings und deren Einsatz für die datengetriebene Produktentwicklung • rechnerunterstützte Methoden der statistischen Toleranzanalyse zur virtuellen Überprüfung und Absicherung der Produktfunktion Verstehen Die Studierenden erwerben Verständnis auf Basis des gewonnenen Wissens, indem sie im Rahmen der praktischen Tätigkeiten Aufgabenstellungen abstrahieren und wesentliche Inhalte herausstellen. Im Rahmen der fünf Versuche sind vor allem folgende Erkenntnisse bedeutend: • Verstehen von parametrischen CAD-Modellen • Verstehen von Mehrkörpermodellen und -simulationen • Verstehen von optischen Messverfahren und deren Ergebnisauswertung • Verstehen von Regressions- und Klassifikationsmethoden • Verstehen von statistischen Toleranzsimulationen Anwenden Im Rahmen des Praktikums RPE wenden die Studierenden das Gelernte an, um virtuelle Produktmodelle zu analysieren sowie Modelle zu parametrisieren. Grundlage für derartige Berechnungen ist das in

den Theorieteilern der Versuchsbeschreibungen vermittelte Wissen. Im Rahmen der fünf Versuche wenden die Studierenden unter Anleitung folgende Verfahren an:

- Versuch 1: Modellierung von Bauteilen und Baugruppen. Parametrisierung von CAD-Modellen. Erstellen von Familientabellen (Varianten ableiten). Implementieren von Regeln.
- Versuch 2: Modellierung eines Mehrkörpermodells. Parametrisieren des Modells. Erzeugen der kinematischen Verbindungen. Einpflegen von Formeln. Durchführen einer Kinematiksimulation. Erstellen von Weg/Geschwindigkeit/Beschleunigung-Zeit-Diagrammen.
- Versuch 3: Aufbereiten von Messdaten. Erzeugen von Hilfskomponenten. Ausrichten der Messungen über Referenzmesspunkte relativ zur CAD-Nominalgeometrie. Durchführen von Messungen zur flächenbasierten Untersuchung von Deformationen und punktbasierten Bewegungsanalysen. Erstellen von Diagrammen zur Beurteilung von Dehnungen, Verschiebungen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen.
- Versuch 4: Aufbereiten der Daten. Anwenden von Regressions- und Klassifikationsalgorithmen. Trainieren der Vorhersagemodelle. Interpretation der Ergebnisse und Beurteilung der Prognosefähigkeit der Vorhersagemodelle.
- Versuch 5: Definition von Toleranzanalysemodellen. Durchführen von arithmetischen und statistischen Toleranzanalysen und Sensitivitätsanalysen. Repräsentation der Ergebnisse mit Hilfe von Histogrammen und Balkendiagrammen. Interpretation der Ergebnisse unter Zuhilfenahme von statistischen Kennwerten wie Standardabweichung und Ausschussrate.

Analysieren

Die Studierenden verstehen Zusammenhänge durch das Aufzeigen von Querverbindungen zu den Kompetenzen, die in Fächern wie Technische Produktgestaltung, Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren, Praktische Produktentwicklung mit 3D-CAD-Systemen, Mehrkörperdynamik oder Technischer Mechanik erworben werden. Evaluieren (Beurteilen)

Die Studierenden erlernen Möglichkeiten und Verfahren zur Auswertung von Simulations- und Messergebnissen aus der MKS, Toleranzsimulation oder optischen Messtechnik. Diese beinhalten insbesondere das Lesen und Bewerten von Diagrammen wie beispielsweise Kraft-Weg-Kurven, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverläufen oder Häufigkeitsverteilungen:

- Überprüfen der Laufruhe von Kurbeltrieben anhand von Ergebnissen numerischer Integration
- Beurteilen günstiger Positionen von Messpunkten
- Beurteilen des Dehnungs- und Bewegungsverhaltens von Baugruppen und -teilen

		• Beurteilen der Prognosegüte von Vorhersagemodellen • Beurteilen des Einflusses der Wahl der Stichprobengröße auf die Aussagekraft statistischer Toleranzsimulationen • Beurteilen des Beitrags einzelner Toleranzen und Bauteile zur Erfüllung der Gesamtfunktion der Baugruppe Erschaffen Die Studierenden werden befähigt, anhand der erlernten Grundlagen CAD- und CAE-Modelle zur Simulation anderer Problemstellung zu erstellen. Dies beinhaltet insbesondere: • Erstellen parametrisierter CAD-Modelle • Erstellen von Mehrkörpersimulationsmodellen • Erstellen von Strategien zur rechnerunterstützten Auswertung optischer Messungen • Erstellen von Regressions- und Klassifikationsmodellen für ihren Einsatz in der datengetriebenen Produktentwicklung • Erzeugen von Toleranzanalysemodellen zur Untersuchung der Auswirkungen von Abweichungen der Einzelbauteile auf die Funktionserfüllung der Baugruppe <u>Lern- bzw. Methodenkompetenz</u> Die Studierenden werden befähigt, selbständig die aufgeführten rechnerunterstützten Werkzeuge einzusetzen. Grundlage hierfür bilden die theoretischen Grundlagen und Versuchsanleitungen der Praktikumsunterlagen. Der sichere Umgang beim praktischen Einsatz des Lerninhalts wird durch die Unterstützung der Betreuer und studentischen Tutoren ermöglicht. <u>Selbstkompetenz</u> 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. beim Kolloquium zum Beginn jeder Übungseinheit) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. bei der Diskussion von Lösungen in Kleinstgruppen). <u>Sozialkompetenz</u> Die Studierenden erarbeiten selbstständig die Praktikumsziele, wobei die Möglichkeit besteht, in Kleinstgruppen gemeinsam Lösungswege für die gestellten Praktikumsaufgaben zu erarbeiten. In der gemeinsamen Diskussion geben Betreuer, studentische Tutoren und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	

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

1	Modulbezeichnung 94898	Praktikum Kunststofftechnik Laboratory course: Polymer technology	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Kunststofftechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer
5	Inhalt	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: • Extrusion • Additive Fertigung • Duroplastspritzgießen • Verarbeitung von Faserverbundkunststoffen • Schweißen von Kunststoffen Ablauf: 1. Vorbereitung auf den Einzelversuch anhand des Skriptes und der empfohlenen Literatur 2. Elektronisches Antestat direkt vor Beginn des Versuches 3. Durchführung des Einzelversuches 4. Anfertigen einer schriftlichen Ausarbeitung zu den erzielten Versuchsergebnissen 5. Ggf. Nachbesserung nach Durchsicht
6	Lernziele und Kompetenzen	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	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 94893	Praktikum Lasertechnik Laboratory: Laser technology	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Masterpraktikum Lasertechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Richard Rothfelder Karen Schwarzkopf	

4	Modulverantwortliche/r	Karen Schwarzkopf
5	Inhalt	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: • Lasertechnische Grundlagen (Vorlesung) • Diodengepumpte Festkörperlaser • Simulation von Laserprozessen • Laserbasierte Additive Fertigung • Sensorik in der Laserbearbeitung • Materialbearbeitung mit Ultrakurzpuls-Lasern • Optische Kohärenztomografie
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden... • sind mit den Grundlagen experimentellen Arbeitens vertraut • können Probleme welche beim Einsatz von Laserstrahlung in der Praxis auftreten zusammenfassen • können darstellen welche Prozessparameter in der realen Anwendung zu welchen Ergebnissen führen • können beschreiben wie ein Lasermaterialbearbeitungsprozess simuliert werden kann • kennen Sicherheitsvorkehrungen welche beim Einsatz von Laserstrahlung beachtet werden müssen • können die Anwendung ultrakurzer Laserpulse in der Praxis erläutern
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	• Zum Bestehen müssen 4 Praktikumsberichte verfasst und diese abgenommen worden sein. • Die Struktur der Berichte und die Berichtslänge (5 - 15 DIN A4 Seiten) ist je nach Versuch und Gruppe unterschiedlich.
11	Berechnung der Modulnote	

12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 55 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	Inhalt	Es werden fünf Versuche durchgeführt zu den Themen: • Füllstandsregelung mit Kaskadenstruktur und Störgrößenaufschaltung (zwei Versuche) • Identifikation, Validierung und Regelung eines hydraulischen Linearantriebs • Identifikation und Regelung eines elastisch gelagerten Schwenkarms • Untersuchung von Regelkreisen in Matlab/Simulink anhand einer Zwei-Freiheitsgrade-Struktur
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • Methoden aus einer einführenden Lehrveranstaltung der Regelungstechnik in Simulationen und an Laboraufbauten anwenden • anfallende Versuchsergebnisse regelungstechnisch interpretieren und auswerten • mit Werkzeugen und Geräten der Steuerungs- und Regelungstechnik praktisch umgehen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Modul "Regelungstechnik A (Grundlagen)"
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester

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

1	Modulbezeichnung 343279	Praktikum Regelungstechnik II Laboratory: Control engineering II	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Regelungstechnik II (3 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	Inhalt	Im Praktikum werden fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik auf verschiedene Versuchsaufbauten angewandt. Zur Auswahl stehen Versuche zu fünf Vertiefungsvorlesungen, von denen drei bearbeitet werden müssen. Jeder Versuch erstreckt sich über zwei Termine, die entweder am selben Aufbau oder an zwei verschiedenen Aufbauten durchgeführt werden. • Digitale Regelungen: Inverses Pendel (zwei Termine) • Nonlinear Control Systems: Laborkran und Ball-auf-Platte (jeweils ein Termin) • Numerical Optimization and Model Predictive Control: Ball-auf-Platte und Laborkran (jeweils ein Termin) • Robotics 1: Panda-Roboter (zwei Termine) • Ereignisdiskrete Systeme: Aufzug (zwei Termine)
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden können • Methoden aus drei vertiefenden Lehrveranstaltungen der Regelungstechnik in Simulationen und an Laboraufbauten anwenden • anfallende Versuchsergebnisse regelungstechnisch interpretieren und in vertiefter Weise bewerten • mit aktuellen Werkzeugen und Geräten der Steuerungs- und Regelungstechnik praktisch umgehen
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Es wird der vorherige Besuch von drei Vertiefungsvorlesungen aus der Gruppe "Digitale Regelungen", "Nonlinear Control Systems", "Numerical Optimization and Model Predictive Control", "Robotics 1" und "Ereignisdiskrete Systeme" empfohlen.
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94896	Praktikum Ressourceneffiziente Produktion Laboratory course: REP	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: REP Masterpraktikum (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jan Selzam Prof. Dr. Nico Hanenkamp	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	Inhalt	Das Praktikum dient zur Vertiefung der im Studium theoretisch gelehrteten Inhalte im Bereich Operation Exzellenz und ressourceneffiziente Produktionssysteme: 1. Prinzipien und Elemente eines Just-In-Time Produktionssystems: • Fließprinzip • Taktprinzip • Ziehprinzip • Null-Fehlerprinzip 2. Methoden und Werkzeuge zur operativen Produktionsoptimierung • Wertstromanalyse • Austaktung von Prozessen 3. Grundlagen des Maschinellen Lernens • Prozesskette zur Datenanalyse • Praktische Datenanalyse mit ML-Algorithmen an einem Prüfstand
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden: • kennen die Kernelemente eines schlanken Unternehmens • kennen der Kernelemente des JIT-Produktionssystems • kennen der verschiedenen Prinzipien der Fertigungssteuerung • kennen die Ursachen für Nachfrageschwankungen in der Produktion • kennen die Prozesskette der Datenaufnahme und die notwendigen Werkzeuge für die Anwendung des Maschinellen Lernens (ML) • kennen die Potentiale für den Einsatz von ML-Algorithmen Verstehen Die Studierenden: • verstehen das JIT Produktionssystem • verstehen den Unterschied zwischen Tätigkeit mit Verschwendung und mit Wertzuwachs • verstehen den Unterschied zwischen auftragsbezogener und anonymer Bestellung • verstehen die Materialflussprinzipien entsprechend des LEAN Gedanken • verstehen den Unterschied zwischen einer Push- und Pull-Steuerung • verstehen die Ursachen der Nivellierung der Produktion • verstehen das Arbeitsverteilungsdiagramm • verstehen das Prinzip des ML

		Anwenden Die Studierenden: • können die verschiedenen Verschwendungsarten im Wertstrom erkennen • können den Kundentakt und die benötigte Mitarbeiteranzahl berechnen • können einen einfachen Wertstrom dokumentieren und ein Soll-Wertstromdesign gestalten • können die Austaktung mehrerer Prozesse im Wertstrom vornehmen (inklusive Zykluszeitermittlung, etc.) • können einfache Aufgabenstellungen aus dem Bereich ML bearbeiten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94892	Praktikum Technische Dynamik no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Technische Dynamik - Modellierung, Simulation und Experiment (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	Inhalt	Die Versuche umfassen numerische Simulationen mit Matlab, gekoppelte Pendel (und Schwebung), ein Gyroskop (Lagrange-Kreisell), einen balancierenden Roboter auf zwei Rädern, sowie einen Knickarmroboter
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden kennen grundlegende reale mechanische Systeme und Möglichkeiten, diese mit Hilfe mathematischer Modelle zu simulieren. Verstehen Die Studierenden verstehen, warum ein mathematisches Modell nie die Realität exakt abbilden kann. Anwenden Die Studierenden können für ein gegebenes dynamisches System ein mathematisches Modell entwerfen und dieses mit Hilfe numerischer Methoden anwenden. Analysieren Die Studierenden können Abweichungen der Messdaten von den numerischen Simulationsergebnissen analysieren. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden können numerische Simulationsergebnisse validieren und Modellparameter identifizieren. Erschaffen 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.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Es gibt einen zentralen Programmierversuch, sowie fünf Versuche am realen Experiment, einschließlich numerischer Modellierung. Zum Scheinerwerb müssen alle sechs Versuche bestanden sein.
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	nur im Wintersemester

13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 94891	Praktikum Technische Mechanik Laboratory course: Applied mechanics	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Technische Mechanik (2 SWS) Sonstige Lehrveranstaltung: Tutoreneinführung zum Praktikum Technische Mechanik (2 SWS)	2,5 ECTS -
3	Lehrende	Emely Schaller	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner
5	Inhalt	Einführung in das Programmpaket Abaqus • Modellverwaltung, Geometrieerstellung, Diskretisierung • Definition von Lasten und Randbedingungen • Definition von Kontakten Linear-elastische Analysen • Verformungen, Verzerrungen und Spannungen • Einfluss von Elementtyp und Netzdichte Nichtlineare Analysen • Große Deformationen und Plastizität • Kontaktprobleme Dynamische Analyse • Eigenwertberechnung • Nichtlineares Kontaktproblem im Zeitbereich UserElemente • Steifigkeits- und Massenmatrix eines HEX8-Elements in MATLAB • Postprocessing
6	Lernziele und Kompetenzen	Die Studierenden • kennen den grundlegenden Aufbau eines kommerziellen FE-Programmsystems • können problemangepasste FE-Modelle erstellen • können problemangepasste Lasten und Randbedingungen definieren • verstehen den konzeptionellen Unterschied zwischen linearen und nichtlinearen Beanspruchungsanalysen • können problemorientiert einen geeigneten Lösungsalgorithmus auswählen • können die Berechnungsergebnisse bewerten, kritisch hinterfragen und gezielt Modellanpassungen durchführen • können isoparametrische Elementdefinitionen als User-Element in einen gegebenen FE-Code implementieren, überprüfen und bewerten
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Zusätzliche Informationen Erwartete Teilnehmerzahl: 50, Maximale Teilnehmerzahl: 50 Für diese Lehrveranstaltung ist eine Anmeldung erforderlich. Die Anmeldung erfolgt über: StudOn http://www.studon.uni-erlangen.de/cat5283.html
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222		
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Praktikum Technische Mechanik (Prüfungsnummer: 48911) (englischer Titel: Engineering mechanics - practical course) Studienleistung, Praktikumsleistung, unbenotet weitere Erläuterungen: Leistungsschein wird nach vollständigen An- und Abtestat aller Versuche (mit Versuchsberichten) ausgestellt <table><tr><td>1. Prüfer:</td><td>Kai Willner</td></tr></table>	1. Prüfer:	Kai Willner
1. Prüfer:	Kai Willner			
11	Berechnung der Modulnote			
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester		
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 15 h		
14	Dauer des Moduls	1 Semester		
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch		
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!		

1	Modulbezeichnung 94894	Praktikum Umformtechnik Laboratory course: Metal forming	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Masterpraktikum Vertiefung Umformtechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	Inhalt	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 & II" auf. Ablauf: 1. Vorbereitung auf den Einzelversuch anhand des Skriptes und der empfohlenen Literatur 2. Durchführung eines elektronischen Abtestats 3. Durchführung des Einzelversuches 4. Anfertigen einer schriftlichen Ausarbeitung zu den erzielten Versuchsergebnissen 5. Ggf. Nachbesserung nach Durchsicht 6. Erteilung des Abtestats jedes Einzelversuchs auf StudOn 7. Scheinerwerb durch Lernfortschritt auf StudOn
6	Lernziele und Kompetenzen	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte Fertigungsverfahren der Umformtechnik zu beschreiben. • Die Studierenden können Vorgehensweise und Prinzip ausgewählter Methoden zur Werkstoffcharakterisierung auflisten und darlegen. Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage, die behandelten Verfahren der Fertigungstechnologie und Werkstoffcharakterisierung darzulegen und zu verstehen. Analysieren • Die Studierenden sind in der Lage die behandelten Verfahren der Umformtechnik, Werkstoffcharakterisierung zu differenzieren und zu charakterisieren.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Keine
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 2

9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	
11	Berechnung der Modulnote	
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	Modulbezeichnung 96940	Praktische Einführung in Machine Learning no english module name available for this module	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Praktische Einführung in Machine Learning (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Hubert Würschinger	

4	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	Inhalt	Folgende Themengebiete werden unter anderem behandelt: - Grundlagen Machine Learning - Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung - Vorgehensweise bei Machine Learning Projekten - Praktische Einführung in die Programmiersprache Python mit Jupyter Notebook/Google Colab - Praktische Übung zur Anwendung traditioneller Machine Learning Methoden - Kurze Einführung in Neuronale Netze
6	Lernziele und Kompetenzen	Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden lernen die ersten Grundlagen und Begrifflichkeiten zum Thema Machine Learning kennen und im Kontext Künstliche Intelligenz einzuordnen. Der Ablauf und die Durchführung von Machine Learning Projekten werden an praktischen Beispielen aufgezeigt und deren Potenziale und Herausforderungen diskutiert. Für die eigene Umsetzung im Rahmen der Seminararbeiten erfolgt die Einführung in die Programmiersprache Python mit der Erläuterung relevanter Bibliotheken. Die Kenntnisse werden durch die eigenständige Bearbeitung einer Aufgabenstellung aus den Bereichen Audioanalyse zur Überwachung von Maschinen und Prozessen vertieft.
7	Voraussetzungen für die Teilnahme	Grundkenntnisse Python Programmierung
8	Einpassung in Studienverlaufsplan	Semester: 1
9	Verwendbarkeit des Moduls	Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222
10	Studien- und Prüfungsleistungen	Variabel
11	Berechnung der Modulnote	Variabel (100%)
12	Turnus des Angebots	in jedem Semester
13	Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzzeit: 22 h Eigenstudium: 53 h

14	Dauer des Moduls	1 Semester
15	Unterrichts- und Prüfungssprache	Deutsch
16	Literaturhinweise	keine Literaturhinweise hinterlegt!