Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

# Modulhandbuch

für den Studiengang

## Master of Science Maschinenbau

(Prüfungsordnungsversion: 20222)

für das Sommersemester 2025

Bitte beachten Sie die Angaben im Studienführer https://www.mb.studium.fau.de/studierende/studienfuehrer/ bzw. im Campo Vorlesungsverzeichnis https://www.campo.fau.de/qisserver/pages/startFlow.xhtml?_flowId=showCourseCatalog-flow&_flowExecutionKey=e13s1#5bd83673e51990016089df5a407dacf0

# Inhaltsverzeichnis


Berufspraktische Tätigkeit (M.Sc. Maschinenbau 20222) (1996)....8
Projektarbeit mit Hauptseminar (M.Sc. Maschinenbau 20222) (1994)....10
Masterarbeit mit Hauptseminar (M.Sc. Maschinenbau 20222) (1999)....13
Technische Wahlmodule
- Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (23030)....17
- Experimental fluid mechanics (42933)....19
- Optimierung für Ingenieure (44050)....21
- Pattern Recognition (44130)....23
- Computational Dynamics (44450)....26
- Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik (45310)....28
- Soft Skills für Ingenieure (45480)....30
- Scannen und Drucken in 3D (46100)....32
- Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen (47770)....34
- Introduction to Machine Learning (65718)....36
- Beyond FEM (92250)....39
- Geometric Beam Theory (92350)....41
- Robotics 1 (92519)....43
- Elektromagnetische Felder I (92520)....44
- Elektromagnetische Felder II (92530)....47
- Robotics 2 (92535)....49
- Robotics Frameworks (92880)....51
- Berechenbarkeit und Formale Sprachen (93010)....53
- Systemnahe Programmierung in C (93170)....55
- Systemprogrammierung (93180)....58
- Fundamentals of fluid modelling with OpenFOAM (93460)....63
- Fundamentals of PYTHON- and MATLAB-based data acquisition and optimization (93470)....64
- Softwareentwicklung für Ingenieure (94531)....65
- Engineering of Solid State Lasers (94930)....67
- Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung (95940)....69
- Regenerative Energiesysteme (96390)....71
- Multiphysics Systems and Components (96841)....73
- Praktische Einführung in Machine Learning (96940)....75
- Grundlagen der Koordinatenmesstechnik (97085)....77
- Regelung im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen (432733)....79
- Materialmodellierung und -simulation (537468)....81
- Hauptseminar Messtechnik (607629)....83
- Systemprogrammierung Vertiefung (650143)....85
- Seminar Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (767791)....87
- Kommunikation in Technik-Wissenschaften (779501)....90
- Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung (830631)....96
- Mikromechanik (837601)....99
- Technologie-Startup-Seminar (856328)....101
- Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (858896)....103
- Höhere Festigkeitslehre (998986)....105
- Computational Medicine I (96838)....107
- Leistungselektronik (96630)....109
- Werkstoffverbunde mit Kunststoffen (94902)....112
- Numerik I für Ingenieure (64620)....114
- Numerik II für Ingenieure (64631)....116

Deep Learning (901895) ... 117
Scannen und Drucken in 3D (46101) ... 119
Seminar Strategisches Kühlschmierstoffmanagement in der Produktionstechnik (97126) ... 121
Nachhaltige Produktion (97127) ... 125
Service Quality Engineering – Dienstleistungsqualität entwickeln (SQE) (97322) ... 128
Service Quality Engineering – Dienstleistungsqualität entwickeln (SQE) (97322) ... 130
Robust Design und Toleranzmanagement (97329) ... 132
Einführung in das Patentrecht und verwandte Schutzrechte (669700) ... 134
Selected topics in vehicle electrification (92545) ... 135
Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (97074) ... 137
Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (97076) ... 139
Radarfernerkundung mit Satelliten (94966) ... 142
Angewandte Elektronik- und Hochfrequenzmesstechnik (AEM) (46939) ... 144
Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (96440) ... 145
Hochfrequenzmesstechnik (145947) ... 148
Deep Learning for Beginners (93330) ... 150
Bruchmechanik (97001) ... 152
Cooling of Power electronics (45084) ... 154
NaPe: Nachhaltige Produktentwicklung - Ringvorlesung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP) (96901) ... 156
Uncertainty Quantification for Engineers (97009) ... 158
1 Konstruktionstechnik
Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren (97160) ... 161
Technische Produktgestaltung (97110) ... 166
Integrierte Produktentwicklung (97250) ... 171
Wälzlagertechnik (97115) ... 176
2 Höhere Mechanik
Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (44260) ... 181
Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (97130) ... 183
Technische Schwingungslehre (97190) ... 185
Mehrkörperdynamik (97270) ... 189
Numerische und experimentelle Modalanalyse (97265) ... 193
Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (97260) ... 197
Geometric Numerical Integration (97278) ... 200
Computational Multibody Dynamics (92861) ... 203
3 Lasertechnik
Lasertechnik / Laser Technology (97150) ... 206
Lasersystemtechnik I: Hochleistungslaser für die Materialbearbeitung: Bauweisen, Grundlagen der Strahlführung und –formung, Anwendungen (95360) ... 208
Laser in der Medizintechnik (988980) ... 210
Lasersystemtechnik II: Lasersicherheit, Integration von Lasern in Maschinen, Steuerungs- und Automatisierungstechnik (97283) ... 212
Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin (97281) ... 214
Hochschulpraktikum
Praktikum Technische Mechanik (94891) ... 217
Praktikum Technische Dynamik (94892) ... 219
Praktikum Lasertechnik (94893) ... 222
Praktikum Umformtechnik (94894) ... 224
Praktikum FAPS (94895) ... 226
Praktikum Ressourceneffiziente Produktion (94896) ... 228
Praktikum Fertigungsmesstechnik (94897) ... 230
Praktikum Kunststofftechnik (94898) ... 233

Laboratory training biomechanics (97327)....235
Laboratory training computer-aided product design methods (94899)....237
4 Umformtechnik
Umformtechnik (97200)....241
Umformtechnik Vertiefung (97290)....243
Moderne Fertigungstechnologien und Methoden der Datenverarbeitung (95341)....246
Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen (97252)....247
Maßgeschneiderte Prozesstechnologien (94535)....249
Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik (95150)....251
Ecodesign in der Produktionstechnik (97295)....253
5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik
Produktionssystematik (97101)....256
Handhabungs- und Montagetechnik (97121)....257
Integrated Production Systems (97123)....259
Produktionsprozesse in der Elektronik (97122)....261
Grundlagen der Robotik (94951)....263
Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service (94946)....265
Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering (94947)....267
Industrie 4.0 für Ingenieure (319238)....269
Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System (95270)....271
Mechatronische Systeme im Maschinenbau II (95350)....273
Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (92840)....275
Produktion elektrischer Motoren und Maschinen (94952)....278
Advanced Systems Engineering von Produktionsanlagen (ASEP) (97304)....280
Automatisierte Produktionsanlagen (97303)....282
6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion
Ressourceneffiziente Produktionssysteme (96905)....285
Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine (96910)....287
Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz (96920)....290
Produktionsprozesse der Zerspanung (96915)....292
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools (95067)....294
Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (95068)....296
International Supply Chain Management (94920)....298
7 Kunststofftechnik
Kunststoff-Eigenschaften und -Verarbeitung (97141)....301
Kunststoff-Fertigungstechnik und -Charakterisierung (97231)....304
Konstruieren mit Kunststoffen und Technologie der Verbundwerkstoffe (97321)....307
Kunststoffe und Ihre Eigenschaften (46950)....310
Kunststoff- Fertigungstechnik (46910)....312
Konstruieren mit Kunststoffen (95250)....314
Kunststoffverarbeitung (95260)....316
Kunststoffcharakterisierung und -analytik (528791)....318
Kunststofftechnik - Technologie der Verbundwerkstoffe (46900)....320
8 Gießereitechnik
Gießereitechnik 1 (97086)....323
Fundamentals of fluid modelling with OpenFOAM (97088)....328
Werkstoffcharakterisierung in Urform- und Fügetechnik (97089)....329
Data Acquisition, Processing and Analysis in Manufacturing Engineering and Material Science (vhb) (93480)....330
9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement
Qualitätsmanagement (97246)....333
Fertigungsmesstechnik I (97247)....336

Prozess- und Temperaturmesstechnik (97248)....346
Rechnergestützte Messtechnik (96930)....350
Fertigungsmesstechnik II (96925)....355
11 Elektrotechnik/EEI
Sensorik (92670)....361
Einführung in die Regelungstechnik (97040)....363
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (97060)....365
Digitale Regelung (97360)....368
Dynamical Systems and Control (47603)....370
Mechatronic components and systems (MCS) (92347)....372
12 Informatik/AIBE
Scientific Visualization (43722)....375
Echtzeitsysteme (43940)....377
Simulation und Modellierung I (97090)....382
Echtzeitsysteme 2 (43945)....385
Simulation und Modellierung II (97400)....388
Angewandte IT-Sicherheit (326311)....389
Informatik für Ingenieure I (97080)....391
Sichere Systeme (93105)....393
Computer Graphics (43822)....395
Einführung in Datenbanken für Wirtschaftsinformatik (93078)....398
13 Chemie- und Bioingenieur-wesen/Verfahrenstechnik
Clean combustion technology (42917)....402
Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) (45291)....404
Strömungsmechanik I (97010)....407
Wärme- und Stoffübertragung (97030)....409
Turbomaschinen (45495)....411
Optical diagnostics in energy and process engineering (42935)....413
Strömungsmechanik II (97330)....416
Technische Akustik (45431)....418
14 Werkstoffwissenschaften
Werkstofftechnologie (Metalle) (97210)....421
Werkstofftechnologie I (Glas und Keramik) (97220)....423
Materials and structure (92775)....425
15 Elektromobilität-ACES
Karosseriebau (48600)....428
Automotive Engineering I (95340)....430
Zukunft der Automobiltechnik (683319)....432
Elektrifizierung von Fahrzeugen und Flugzeugen (92546)....434
Automotive Engineering II (95345)....436
Energiespeichertechnologien (97061)....438
Electric Drives (92321)....440
Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz (95380)....442
Karosseriebau - Werkzeugtechnik (95370)....444
16 Betriebswirtschaftslehre
Produktion, Logistik, Beschaffung (82060)....447
Operations and Logistics I (83100)....450
Technology and innovation management (53450)....452
Global operations strategy (53651)....454
Industrielles Management (53640)....456
Digitale Industrie - Industrielle Plattformen und KI, Industrial Metaverse und Industrie 5.0 (57478)....457
Psychologie als Nebenfach

Einführungsmodul (78386)..... 460
Grundlagenmodul (78388).....461

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>1996 | **Berufspraktische Tätigkeit (M.Sc. Maschinenbau 20222)**<br>Practical Internship | **10 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! | |
| 3 | Lehrende | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt! | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | |
| 5 | **Inhalt** | Das Modul vermittelt praktische Erfahrungen in einem studiengangbezogenen Berufsfeld.<br><br>Es müssen acht Wochen Fachpraktikum gemäß der Praktikumsrichtlinie absolviert werden.<br><br>Das Fachpraktikum soll sowohl fachrichtungsbezogene Kenntnisse in den Technologien vermitteln als auch an organisatorische Probleme heranführen. Es vertieft und verbindet die im Grundpraktikum gewonnenen praktischen Erfahrungen mit den im Studium erworbednen theoretischen Kenntnissen.<br>Gemäß der Praktikumsrichtlinie müssen mindestens zwei Bereiche, die nicht bereits im Bachelor abgedeckt wurden, abgeleistet werden. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die praktische Ausbildung soll Einblicke in die Organisation und soziale Struktur eines Industriebetriebes geben sowie an die berufliche Tätigkeit von Ingenieuren und Ingenieurinnen heranführen.<br>• Die Studierenden wenden ihre im Studienverlauf erworbenen Fachkompetenzen in berufspraktischen Betätigungsfeldern des Maschinenbaus an.<br>• Die Studierenden wenden Ihre im Studienverlauf erworbenen Methoden-, Informations-, Kommunikations- und Präsentationskompetenzen in berufspraktischen Betätigungsfeldern des Maschinenbaus an.<br>• Die Studierenden erwerben für den Berufsalltag grundlegende Kompetenzen des Selbst- und Zeitmanagements.<br>• Die Studierenden erwerben grundlegende, für den Berufsalltag erforderliche Sozialkompetenzen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 3 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Pflichtmodul Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung (8 Wochen)<br>Für das Bestehen des Bachelor-Studienganges ist eine praktische Tätigkeit im Umfang von mindestens 8 Wochen nachzuweisen.<br><br>Als Nachweis sind folgende Unterlagen einzureichen: |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Praktikumszeugnis<br>• Arbeitsberichte, pro Woche mindestens 1½ Seiten DIN A4 Text sowie zusätzlich eine selbsterstellte Zeichnung oder technische Skizze. Im Arbeitsbericht werden an Beispielen mit technischen Skizzen und Text die ausgeführten Arbeiten und die dabei benutzten Maschinen und Werkzeuge sowie die beobachteten Fertigungsverfahren bzw. entsprechende betriebswirtschaftliche Zusammenhänge beschrieben. Texte aus Fachbüchern und anderen Unterlagen dürfen nicht übernommen werden. Firmengeheimnisse dürfen nicht verletzt werden.<br>• Tätigkeitsübersicht (Wochenübersicht), in einer kurzen Übersicht werden für jeden Praktikumstag die Betriebsstätten sowie die Art und Dauer der ausgeführten Arbeiten stichpunktartig aufgeführt<br>Bitte beachten Sie, dass der Praktikumsbericht und die Tätigkeitsnachweise von Ihnen unterschrieben und von der Firma freigegeben sein muss!<br><br>Die Praktikumsunterlagen sind online unter: https://praktikumsamt.mb.tf.fau.de/ einzureichen.<br>Die berufspraktische Tätigkeit kann in jedem Semester abgeleistet werden.<br><br>Eine im Bachelorstudium abgeleistete freiwillige berufspraktische Tätigkeit, die über den Umfang des Pflichtpraktikums im Bachelorstudium (12 Wochen) hinausgeht, kann für das Masterstudium angerechnet werden. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 300 h<br>Eigenstudium: 0 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>1994 | **Projektarbeit mit Hauptseminar (M.Sc. Maschinenbau 20222)**<br>Project-Thesis | **15 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Seminar: Hauptseminar Fertigungsmesstechnik (2 SWS)<br>Hauptseminar: Hauptseminar Kunststofftechnik (2 SWS)<br>Seminar: Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (2 SWS)<br>Hauptseminar: Hauptseminar Technische Mechanik (2 SWS)<br>Hauptseminar: Hauptseminar Fertigungstechnologie im Masterstudium (2 SWS)<br>Hauptseminar: Hauptseminar Photonische Technologien im Masterstudium (2 SWS)<br>Seminar: Hauptseminar Technische Dynamik (2 SWS)<br>Seminar: Hauptseminar Konstruktion (2 SWS)<br>Hauptseminar: Hauptseminar zur Gießereitechnik (2 SWS) | -<br>-<br>2,5 ECTS<br>-<br>2,5 ECTS<br>-<br>-<br>-<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte<br>Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer<br>Prof. Dr.-Ing. Kai Willner<br>apl. Prof. Dr. Hinnerk Hagenah<br>Dr.-Ing. Florian Klämpfl<br>Dr. Kristian Cvecek<br>Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker<br>Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro<br>Dr.-Ing. Jörg Miehling<br>Christian Witzgall<br>Dr.-Ing. Benedict Rothammer<br>Dr.-Ing. Stefan Götz<br>Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack<br>Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | |
| 5 | **Inhalt** | Das Modul beinhaltet das Verfassen einer wissenschaftlichen Projektarbeit aus dem Bereich des Maschinenbaus und die Vorstellung der Ergebnisse im Rahmen eines Hauptseminars.<br>Die Projektarbeit im Masterstudium dient dazu, die selbstständige Bearbeitung von Aufgabenstellungen des Maschinenbaus zu erlernen. Die Projektarbeit muss im Themenbereich eines der gewählten Vertiefungs- oder Wahlpflichtmodule angefertigt werden.<br>Die Projektarbeit soll in einem konsekutiven Studium nach dieser Prüfungsordnung ein Thema aus einem anderen Teilbereich zum Gegenstand haben als die Bachelorarbeit. |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• beherrschen die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens in ihrem Fachgebiet und können eine begrenzte Fragestellung auf dem Gebiet des Maschinenbaus selbstständig bearbeiten<br>• setzen sich kritisch mit wissenschaftlichen Ergebnissen aus dem Bereich des Maschinenbaus auseinander und ordnen diese in den jeweiligen Erkenntnisstand ein<br>• sind in der Lage, die Grundlagen der Forschungsmethodik anzuwenden, z.B. relevante Informationen, insbesondere im eigenen Fach sammeln, eigenständige Projekte zu bearbeiten, (empirische) Daten und Informationen zu interpretieren und zu bewerten bzw. Texte zu interpretieren<br>• sind in der Lage, ihren eigenen Fortschritt zu überwachen und steuern<br>• können komplexe fachbezogene Inhalte aus dem Bereich des Maschinenbaus klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten<br>• können sich aktiv in die Diskussion bei anderen Vorträgen des Hauptseminars einbringen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 3 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Pflichtmodul Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | schriftlich<br>Seminarleistung<br>Die Projektarbeit ist in ihrer Anforderungen so zu stellen, dass sie in einer Bearbeitungszeit von ca. 300 Stunden innerhalb von fünf Monaten abgeschlossen werden kann.<br><br>Die Betreuung erfolgt durch die für das gewählte Modul verantwortliche Lehrperson sowie ggfs. von dieser beauftragte wissenschaftliche Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter.<br><br>Das Hauptseminar umfasst folgende Punkte:<br>1) Erstellung einer Präsentation über die eigene Bachelor-, Projekt- bzw. Masterarbeit (bzw. für Ba/Ma Medizintechnik und Ma Mechatronik auch über ein eigenständiges vom Lehrstuhl ausgegebenes Seminarthema) mit Abgabe der Folien/Präsentationsdatei spätestens 1 Woche vor dem eigenen Vortrag bei dem Seminarleiter bzw. der Seminarleiterin, z.B. durch Upload in der entsprechenden StudOn-Gruppe<br>2) Halten des Seminarvortrags (Dauer ca. 20 min Vortrag + ca. 10 min Diskussion)<br>3) Hören und vorbereitete Teilnahme an der Diskussion bei mindestens 5 anderen Vorträgen des gleichen Seminars des Lehrstuhls |

| | | |
|---|---|---|
| | | Der Termin für den Vortrag wird von der oder dem betreuenden Seminarleiter/in entweder während der Abschlussphase oder nach Abgabe der Projektarbeit festgelegt und mindestens 1 Woche vorher bekanntgegeben.<br><br>Die Teilnahme und Vorträge der Studierenden können auch in Abstimmung mit dem betreuenden Lehrstuhl per Videokonferenz erfolgen. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | schriftlich (80%)<br>Seminarleistung (20%)<br>Projektarbeit: Anteil an der Berechnung der Modulnote: 80.0 %<br>Hauptseminar: Anteil an der Berechnung der Modulnote: 20.0 % |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Wiederholung der Prüfungen** | Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden. |
| 14 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 345 h |
| 15 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 16 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 17 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>1999 | **Masterarbeit mit Hauptseminar (M.Sc. Maschinenbau 20222)**<br>Master's module | **30 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Seminar: Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (2 SWS)<br>Seminar: Hauptseminar Fertigungsmesstechnik (2 SWS)<br>Hauptseminar: Hauptseminar Fertigungstechnologie im Masterstudium (2 SWS)<br>Seminar: Hauptseminar Konstruktion (2 SWS)<br>Hauptseminar: Hauptseminar Kunststofftechnik (2 SWS)<br>Hauptseminar: Hauptseminar Photonische Technologien im Masterstudium (2 SWS)<br>Hauptseminar: Hauptseminar Ressourcen- und Energieeffiziente Produkionsmaschinen (2 SWS)<br>Seminar: Hauptseminar Technische Dynamik (2 SWS)<br>Hauptseminar: Hauptseminar Technische Mechanik (2 SWS)<br>Hauptseminar: Hauptseminar zur Gießereitechnik (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>-<br>2,5 ECTS<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte<br>apl. Prof. Dr. Hinnerk Hagenah<br>Dr.-Ing. Jörg Miehling<br>Christian Witzgall<br>Dr.-Ing. Benedict Rothammer<br>Dr.-Ing. Stefan Götz<br>Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack<br>Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer<br>Dr.-Ing. Florian Klämpfl<br>Dr. Kristian Cvecek<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp<br>Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker<br>Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro<br>Prof. Dr.-Ing. Kai Willner<br>Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | |
| 5 | **Inhalt** | Das Modul beinhaltet das Verfassen einer wissenschaftlichen Masterarbeit aus dem Bereich des Maschinenbaus.<br>Die Masterarbeit muss im Themenbereich eines der gewählten Vertiefungs- oder Wahlpflichtmodule angefertigt werden.<br>Die Masterarbeit soll in einem konsekutiven Studium nach dieser Prüfungsordnung ein Thema aus anderen Teilbereichen als denen der Bachelor- bzw. der Projektarbeit zum Gegenstand haben. |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Masterarbeit dient dazu, die Fähigkeit zu selbständiger Bearbeitung wissenschaftlicher Aufgabenstellungen des Maschinenbaus nachzuweisen.<br>Die Studierenden<br>• erwerben die Fähigkeit, eine wissenschaftliche Fragestellung aus dem Bereich des Maschienbaus über einen längeren Zeitraum zu verfolgen, das entsprechende Fachgebiet selbstständig und innerhalb einer vorgegebenen Frist zu bearbeiten<br>• entwickeln eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher Probleme aus dem Bereich des Maschinenbaus<br>• gehen in vertiefter und kritischer Weise mit Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen des Maschinenbaus um und reflektieren diese<br>• sind in der Lage, geeignete wissenschaftliche Methoden weitgehend selbständig anzuwenden und weiterzuentwickeln auch in neuen und unvertrauten sowie fachübergreifenden Kontexten sowie die Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form darzustellen<br>• können fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten<br>• erweitern ihre Planungs- und Strukturierungsfähigkeit in der Umsetzung eines thematischen Projektes |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Mit der Masterarbeit kann i.d.R. erst begonnen werden, wenn alle anderen Module bestanden sind. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 4 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Pflichtmodul Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Seminarleistung<br>schriftlich (6 Monate)<br>Die Masterarbeit (Umfang ca. 50-200 Seiten) ist in ihren Anforderungen so zu stellen, dass sie bei einer Bearbeitungszeit von ca. 900 Stunden innerhalb von sechs Monaten abgeschlossen werden kann.<br><br>Das Hauptseminar umfasst folgende Punkte:<br>• Erstellung einer Präsentation über die eigene Masterarbeit mit Abgabe der Folien spätestens 1 Woche vor dem eigenen Vortrag bei der Betreuerin bzw. dem Betreuer<br>• Halten des Seminarvortrags (Dauer ca. 20 min Vortrag + ca. 10 min Diskussion)<br>• Hören und Teilnahme an der Diskussion bei mind. 5 anderen Vorträgen des Hauptseminars im lfd. Semester (ggf. bestätigt mit Testatkarte bei anderen LS, wenn nicht genügend Vorträge am eigenem LS gehört werden können) |

| | | |
|---|---|---|
| | | Der Termin für das Referat wird von der betreuenden Lehrperson entweder während der Abschlussphase oder nach Abgabe der Masterarbeit festgelegt.<br><br>Die Teilnahme und Vorträge der Studierenden können auch in Abstimmung mit dem betreuenden Lehrstuhl per Videokonferenz erfolgen. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Seminarleistung (10%)<br>schriftlich (90%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Wiederholung der Prüfungen** | Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden. |
| 14 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 900 h |
| 15 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 16 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 17 | **Literaturhinweise** | |

# Technische Wahlmodule

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>23030 | **Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement**<br>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<br>• Total Quality Management und EFQM-Modell<br>• Ausbildung und Motivation<br>• Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking<br>• Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel<br>• Qualitätsbewertung<br>• Qualität und Wirtschaftlichkeit<br>• Six Sigma<br>• Qualitätsmanagement bei Medizinprodukten<br>• \|Qualitätsbewertung (Übung)\|<br>• \|Qualitätsbezogene Kosten und Wirtschaftlichkeit (Übung)\| |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage,<br>Wissen:<br>• <br>o Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen<br>o Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen<br>o Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen<br>o die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren<br>o die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen<br>o Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln Evaluieren: die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | schriftlich (60 Minuten)<br>Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60 |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | schriftlich (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>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<br>• Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Masing Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, München 2021<br>• Wagner, K. W.; Patzak, G.: Performance Excellence - Der Praxisleitfaden zum effektiven Prozessmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2020<br>• Zink, K. J.: Mitarbeiterbeteiligung bei Verbesserungs- und Veränderungsprozessen, Carl Hanser Verlag, München 2007 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>42933 | **Experimental fluid mechanics** | **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:<br>• Flow visualization<br>• Measurement techniques for velocity: Particle Image and Tracking Velocimetry and Laser Doppler anemometry, ultrasound,<br>• Measurement techniques for flow rate, pressure, temperature, concentration, free surfaces<br>• Applicability and limitations, typical errors<br>• 2-, 2+1-, 3-dimensional techniques, time-resolved techniques<br>• Data acquisition and processing |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Students who participate in this course will become familiar with measurement techniques in fluid mechanics.<br>Students who successfully participate in this module:<br>• Have an overview over the most extended and important measurement techniques<br>• Understand the principles of the different techniques<br>• Know and understand the abilities and limitations of the techniques<br>• Can to select an appropriate technique for a given task<br>• Can identify and avoid typical measurement errors |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | *Prerequisites:*<br>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 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>mündlich, 30 min |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 45 h<br>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<br>• Merzkirch: Flow Visualization, Academic Press<br>• Mayinger, Feldmann: Optical Measurements, Springer |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr. Johannes Hild |
| 5 | **Inhalt** | **Introduction to continuous optimization problems and methods with and without constraints**<br>• Classification of problem types<br>• Optimality conditions and termination criterions<br>• Descent directions and line search methods<br>• Convergence analysis<br>**Unconstrained optimization**<br>• Steepest descent and conjugate gradient<br>• Newton-type methods<br>• Nonlinear Least Squares<br>**Constrained optimization**<br>• Projection methods<br>• Trust Region<br>• Barrier and penalty methods<br>• Interior point methods<br>**Noisy Functions**<br>• Simplex Gradient<br>• Implicit Filtering |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | **Competences**<br><br>**Know**<br>• Students list requirements, strengths and weaknesses of common optimization methods.<br>• Students recognize crucial components in existence and convergence proofs in the context of minimizing sequences.<br>**Understand**<br>• Students explain the different components of optimization methods.<br>• Students describe the relationship between requirements and conclusions of existence and convergence theorems in the context of minimizing sequences.<br>**Apply**<br>• Students check feasibility, well-posedness and constraint qualifications of optimization problems.<br>• Students formulate and solve optimality conditions analytically.<br>• Students apply optimization algorithms to optimization problems.<br>**Analyse**<br>• Students analyse uncommon optimization approaches and extract their requirements, strengths and weaknesses.<br>**Evaluate** |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Students evaluate the class and structure of unsolved optimization problems.<br>• Students choose suitable algorithmic approaches for unsolved optimization problems.<br>**Create**<br>• Students formulate optimization problems using mathematical methods and structures.<br>• 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:<br>• Linear algebra<br>• Analysis of real valued functions<br>• Differential and integral calculus in multi dimensional spaces<br>Requires successful participation in the weekly e-learning assessments. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur<br>5 ECTS: Written exam (60 minutes) open book online based on the content of the lecture. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%)<br>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<br>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.<br><br>Kelley, C. T.: Iterative Methods for Optimization. Frontiers in Applied Mathematics 18, SIAM Philadelphia 1999;<br><br>Polak, E.: Optimization. Algorithms and Consistent Approximations.Applied Mathematical Sciences, Volume 124, Springer-Verlag New York, 1997.<br><br>Jarre, F.:Optimierung, Springer 2003; |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier |
| 5 | **Inhalt** | Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods:<br>• Bayesian classifier<br>• Logistic Regression<br>• Naive Bayes classifier<br>• Discriminant Analysis<br>• norms and norm dependent linear regression<br>• Rosenblatt's Perceptron<br>• unconstraint and constraint optimization<br>• Support Vector Machines (SVM)<br>• kernel methods<br>• Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs)<br>• Independent Component Analysis (ICA)<br>• Model Assessment<br>• AdaBoost<br>Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren:<br>• Bayes-Klassifikator<br>• Logistische Regression<br>• Naiver Bayes-Klassifikator<br>• Diskriminanzanalyse<br>• Normen und normabhängige Regression<br>• Rosenblatts Perzeptron<br>• Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen<br>• Support Vector Maschines (SVM)<br>• Kernelmethoden<br>• Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs)<br>• Analyse durch unabhängige Komponenten<br>• Modellbewertung<br>• AdaBoost |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster<br>• erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren<br>• wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsproblem an |

| | | |
|---|---|---|
| | | • beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung<br>• verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren<br>Students<br>• understand the structure of machine learning systems for simple patterns<br>• explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques<br>• apply classification techniques in order to solve given classification tasks<br>• evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem<br>• 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<br>• The attendance of our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' is not required but certainly helpful.<br>• Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung<br>• Der Besuch der Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' ist zwar keine Voraussetzung, aber sicherlich von Vorteil. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch oder Englisch<br>Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&Sons, New York, 2001<br>• Trevor Hastie, Robert Tobshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009 |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr.-Ing. Gunnar Possart |
| 5 | **Inhalt** | • Kurze, in sich geschlossene Einführung in die Finite-Elemente-Methode in einer und zwei Dimensionen für lineare Wärmeübertragung und mechanische Probleme<br>• Algorithmen zur Lösung parabolischer Probleme (transiente Wärmeleitung)<br>• Algorithmen zur Lösung hyperbolischer Probleme (Elastodynamik)<br>• Stabilitätsanalyse der oben genannten Algorithmen<br>• Lösungstechniken für Eigenwertprobleme<br><br>• Brief, but self-contained, introduction to the finite element method in one- and two-dimensions for linear heat transfer and mechanics problems<br>• Algorithms for solving parabolic problems (transient heat conduction)<br>• Algorithms for solving hyperbolic problems (elastodynamics)<br>• Stability analysis of the above algorithms<br>• Solution techniques for eigenvalue problems |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• sind vertraut mit der grundlegenden Idee der linearen Finiten Element Methode<br>• können für eine gegebene zeitabhängige Differentialgleichung die schwache und diskretisierte Form aufstellen<br>• können Bewegungsgleichungen modellieren<br>• können dynamischen Wärmeleitungsprobleme modellieren<br>• können dynamische Probleme der Kontinuumsmechanik modellieren<br>• kennen direkte Zeitintegrationsmethoden<br>• sind vertraut mit Eigenwertproblemen und Stabilitätsanalyse verschiedener Zeitintegrationsmethoden<br>• können zeitabhängige Differentialgleichungen lösen<br><br>The students<br>• are familiar with the basic idea of the linear finite element method<br>• 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<br>• know how to formulate thermal problems<br>• know how to formulate continuum mechanical problems<br>• are familiar with direct time integration methods<br>• are familiar with eigenvalue problems and stability analysis of various time integration methods<br>• know how to solve time-dependent differential equations |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br>Computational Dynamics (Prüfungsnummer: 44501)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | T. J. Hughes. The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Dover Publications, 2000. |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl |
| 5 | **Inhalt** | 1. Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen der Stromerzeugung<br>2. Thermodynamische Grundlagen der Kraftwerkstechnik<br>• Dampfkraftprozesse,<br>• Gasturbinenprozesse<br>• Gasmotorenprozesse<br>• Kombiprozesse<br>4. Kohlekraftwerke mit Carbon Capture and Sequestration (CCS)<br>5. Dampfkraftprozesse für Erneuerbare Energien 6. Kernkraftwerke<br>7. Organic Rankine Cycles für die Abwärmenutzung<br>8. Gasturbinen- und hocheffiziente GUD-Kraftwerke<br>9. Stationäre Gasmotoren für die Kraft-Wärme-Kopplung<br>10. Carnot-Batterien<br><br>Zur Vorlesung gehört eine Übung, in der mit der Programmiersprache Python einfache Kraftwerksprozesse programmiert werden<br>• Solarthermische Kraftwerke<br>• Geothermische Kraftwerke<br>• Biomasse-Kraftwerke |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• kennen Technologien und Komponenten der Kraftwerkstechnik<br>• haben einen grundlegenden Überblick über energiewirtschaftliche Fragen der Kraftwerkstechnik<br>• analysieren Energieumwandlungsprozesse zur Erzeugung von elektrischer Energie in thermischen Kraftwerken<br>• können technische Realisierung von Kraftwerken nachvollziehen und Vorschläge zur Optimierung erarbeiten und bewerten<br>• wenden thermodynamische Prinzipien zur Prozessoptimierung an und können diese Methoden zur Prozessoptimierung weiterentwickeln<br>• können thermodynamische Kreisprozesse mit der Programiersprache Python berechnen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfehlung: Vorlesung Technische Thermodynamik |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>Klausur, Dauer: 60 Min. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | J. Karl, Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg Verlag<br><br>K. Strauß, Kraftwerkstechnik, Springer Verlag<br><br>H. Effenberger, Dampferzeugung, Springer-Verlag<br><br>H. Spliethoff, Power genration from Solid Fuels, Springer-Verlag<br><br>J. Karl, Klimawende, neobooks |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein |
| 5 | **Inhalt** | Übergeordnetes Ziel ist die Erlangung ausgewählter praxisrelevanter Soft Skills für den (Berufs-)Alltag eines Ingenieurs.<br><br>Die Workshopreihe umfasst 5 Module:<br>• Modul 1: Erfolg, Erfolgsfaktoren und Ziele - Erfolgreich im (Berufs-)Leben"<br>• Modul 2: Zeit- und Selbstmanagement - Mehr Zeit für die wichtigen Dinge"<br>• Modul 3: Basics Projektmanagement - Organisiert durch das (Arbeits-)Leben"<br>• Modul 4: Kommunikationstraining - Make communication great (again)"<br>• Modul 5: Konfliktmanagement - Konflikte in Chancen umwandeln" |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Ausgehend vom Begriff Erfolg" werden Erfolgsfaktoren identifiziert und das Festlegen von Zielen erlernt (Modul 1). Um Ziele zu erreichen, bedarf es einer strukturierten Herangehensweise entlang eines (Arbeits-)Tages (Modul 2) aber auch entlang einer umfangreicheren Aufgabe oder eines ganzen Projekts (Modul 3). Essentieller Schlüssel für das erfolgreiche bestreiten von Projekten ist eine wertschätzende Kommunikation (Modul 4), wobei sich Konflikte nie vermeiden lassen und in vielen Fällen in Chancen umgewandelt werden können (Modul 5). |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>Die Leistungsbewertung basiert ausschließlich auf Hausarbeiten:<br>• Je eine Hausarbeit pro Modul (5 Module)<br>• Alle 5 Hausarbeiten werden identisch gewichtet<br>• Eine Hausarbeit umfasst ca. 3 Din A4 Seiten<br>• Die Einreichung erfolgt im PDF Format |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br>Hausarbeiten, 100 % |

| | | |
|---|---|---|
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | PD Dr. Patric Müller |
| 5 | **Inhalt** | - Stereo-Imaging<br>- Scannen dreidimensionaler Objekte<br>- Computer-Tomographie und verwandte Techniken<br>- 2D Darstellung dreidimensionaler Datensätze<br>- 3D Bildverarbeitung<br>- 3D Druck-Verfahren<br>- 3D Projektion und Darstellung<br>- Darstellung wissenschaftlicher Daten mittels "Virtueller Realität (VR) |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden:<br>- beherrschen die physikalischen und technischen Grundlagen zur Aufnahme dreidimensionaler Bilder mittels Stereokameraverfahren, 3D Scannern sowie Computer-Tomographie.<br>- können dreidimensionale Datensätze erfassen, numerisch bearbeiten und wissenschaftlich darstellen.<br>- gehen mit gängigen 3D Druckverfahren sicher um und implementieren diese als wissenschaftliches Werkzeug.<br>- setzen mathematisch/physikalische Konzepte dreidimensionaler Darstellung mittels 3D Projektions- und Display-Verfahren sowie VR-Techniken um. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Matlab-Grundlagen dringend empfohlen! |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel (120 Minuten)<br>Mehrfachantwort-Multiplechoice-Verfahren, schriftlich 90 min |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |

| | | |
|---|---|---|
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | - Gregor Honsel, Rapid Manufacturing<br><br>- Lee Goldmann, Principles of CT and CT Technology<br><br>- Okoshi, Three-Dimensional Imaging Techniques |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl |
| 5 | **Inhalt** | 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:<br>Teil 1 - Einführung<br>Teil 2 - Wärmeerzeugung aus biogenen Brennstoffen<br>Teil 3 - Stromerzeugung mit Verbrennungsanlagen<br>Teil 4 - Stromerzeugung mit Vergärung<br>Teil 5 - Stromerzeugung mit thermischer Vergasung<br>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:<br>Teil 6 - Verbrennung von Biomasse<br>Teil 7 - Vergasung von Biomasse<br>Teil 8 - Herstellung von Treibstoffen aus Biomasse<br>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<br>• analysieren und bewerten aktuelle Technologien und Konzepte zur Nutzung von Biomasse<br>• wenden die Grundlagen zur Planung von Biomasseversorgungsanlagen an<br>• präsentieren überzeugend die Planungsergebnisse und regen die Zuhörer zur Diskussion an |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier |
| 5 | **Inhalt** | Das Modul hat zum Ziel, die Studierenden mit dem prinzipiellen Aufbau eines Mustererkennungssystems vertraut zu machen. Es werden die einzelnen Schritte von der Aufnahme der Daten bis hin zur Klassifikation von Mustern erläutert. Das Modul beginnt dabei mit einer kurzen Einführung, bei der auch die verwendete Nomenklatur eingeführt wird. Die Analog-Digital-Wandlung wird vorgestellt, wobei der Schwerpunkt auf deren Auswirkungen auf die weitere Signalanalyse liegt.Im Anschluss werden gebräuchliche Methoden der Vorverarbeitung beschrieben. Ein wesentlicher Bestandteil eines Mustererkennungssystems ist die Merkmalsextraktion. Verschiedene Ansätze zur Merkmalsberechnung/-transformation werden gezeigt, darunter Momente, Hauptkomponentenanalyse und Lineare Diskriminanzanalyse.Darüber hinaus werden Möglichkeiten vorgestellt, Merkmalsrepäsentationen direkt aus den Daten zu lernen. Das Modul schließt mit einer Einführung in die maschinelle Klassifikation. In diesem Kontext wird der Bayes- und der Gauss-Klassifikator besprochen.<br><br>The module aims to familiarize students with the basic structure of a pattern recognition system. The individual steps from the acquisition of data to the classification of patterns are explained. The module starts with a short introduction, which also introduces the used nomenclature. Analog-to-digital conversion is introduced, with emphasis on its impact on further signal analysis.Common methods of preprocessing are then described. An essential component of a pattern recognition system is feature extraction. Various approaches to feature computation/ transformation are demonstrated, including moments, principal component analysis, and linear discriminant analysis.In addition, ways to learn feature representations directly from the data are presented. The module concludes with an introduction to machine classification. In this context, the Bayes and Gauss classifiers are discussed.<br><br>T |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• erklären die Stufen eines allgemeinen Mustererkennungssystems<br>• verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung<br>• verstehen und implementieren Histogrammequalisierung und -dehnung |

| | | |
|---|---|---|
| | | • vergleichen verschiedene Schwellwertmethoden<br>• verstehen lineare, verschiebungsinvariante Filter und Faltung<br>• wenden verschiedene Tief- und Hochpassfilter sowie nichtlineare Filter an<br>• wenden verschiedene Normierungsmethoden an<br>• verstehen den Fluch der Dimensionalität<br>• erklären verschiedene heuristische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Projektion auf einen orthogonalen Basisraum, geometrische Momente, Merkmale<br>• basierend auf Filterung<br>• verstehen analytische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Hauptkomponentenanalyse, Lineare Diskriminanzanalyse<br>• verstehen die Basis von Repräsentationslernen<br>• erläutern die Grundlagen der statistischen Klassifikation (Bayes-Klassifikator)<br>• benutzen die Programmiersprache Python, um die vorgestellten Verfahren der Mustererkennung anzuwenden<br>• lernen praktische Anwendungen kennen und wenden die vorgestellten Algorithmen auf konkrete Probleme an<br>The students<br>• explain the stages of a general pattern recognition system<br>• understand sampling, the sampling theorem, and quantization<br>• understand and implement histogram equalization and expansion<br>• compare different thresholding methods<br>• understand linear, shift invariant filters and convolution<br>• apply various low-pass, high-pass, and nonlinear filters<br>• apply different normalization methods<br>• understand the curse of dimensionality<br>• explain different heuristic feature calculation methods, e.g. projection on an orthogonal base space, geometric moments, features based on filtering<br>• understand analytical feature computation methods, e.g. principal component analysis, linear discriminant analysis<br>• understand the basis of representation learning<br>• explain the basics of statistical classification (Bayes classifier)<br>• use the programming language Python to apply the presented pattern recognition methods<br>• learn practical applications and apply the presented algorithms to concrete problems |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Ein Mustererkennungssystem besteht aus den folgenden Stufen: Aufnahme von Sensordaten, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion und maschinelle Klassifikation. Dieses Modul beschäftigt sich in erster Linie mit den ersten drei Stufen und schafft damit die Grundlage für weiterführende Module (Pattern Recognition und Pattern Analysis). |

| | | |
|---|---|---|
| | | A pattern recognition system consists of the following stages: Sensor Data Acquisition, Preprocessing, Feature Extraction, and Machine Classification. This module primarily deals with the first three stages and thus creates the basis for more advanced modules (Pattern Recognition and Pattern Analysis). |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Vorlesungsfolien/lecture slides<br>• Heinrich Niemann: Klassifikation von Mustern, 2. überarbeitete Auflage, 2003<br>• Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas: Pattern Recognition, 4. Auflage, Academic Press, Burlington, 2009<br>• Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2. Auflage, John Wiley & Sons, New York, 2001 |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr.-Ing. Dmytro Pivovarov |
| 5 | **Inhalt** | • Challenges of the modern FEM<br>• Introduction into the XFEM<br>• Introduction into the IGA-FEM<br>• Introduction into the parametric FEM<br>• Reduced order modeling as the necessary tool in the parametric FEM<br>• Overview of other recently developed techniques and approaches |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | The students<br>• are familiar with the modern state of the art<br>• are familiar with the nonlinear FEM and FEM solvers<br>• are able to choose and apply suitable modern methods for solving problems<br>• are able to work with a level-set function and choose enrichment strategy<br>• are able to program B-splines and NURBS<br>• are able to apply order reduction for parametric problems |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Recommended: Fundamental knowledge of the Finite Element Method, e.g. by completing the courses Finite Element Method (FEM) or Introduction to the Finite Element Method (IFEM)<br><br>Organizational:<br>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.<br><br>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.<br>The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker |
| 5 | **Inhalt** | • Vector spaces and smooth manifolds<br>• Continuum and Lagrangian mechanics<br>• Linear beam theory<br>• Finite element formulations<br>Shear locking<br>• Nonlinear beam theory<br>• Finite rotations and Lie groups<br>• Geometrically exact beam |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>The students should:<br>• learn what a smooth manifold is,<br>• learn what vector and tensor fields are,<br>• learn what a variational problem is,<br>• learn how to derive equations of motion variationally;<br>• obtain a good understanding of nonlinear continuum mechanics,<br>• obtain a good understanding of linear and nonlinear beam theory and its relation with continuum mechanics;<br>• become acquainted with Lie groups, Lie algebras and their applications in modern beam theory;<br>• familiarise themselves with basic numerical methods to solve beam problems;<br>• familiarise themselves with Noethers theorem.<br>Anwenden<br>The students will:<br>• perform some coordinate-free operations in the manifold setting;<br>• derive equations of motion for an elastic continuum and beams using variational methods;<br>• apply simple solution methods to solve linear beam problems;<br>work with the Lie groups SO(2), SO(3), SE(2) and SE(3) and their respective algebras;<br>• obtain conservation laws from the application of Noethers theorem. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Recommended: Basic knowledge of dynamics and statics, elastostatics, linear algebra and some programming in Matlab. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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.<br>• Javier Bonet and Richard D. Wood. Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis.<br>• R. Courant and D. Hilbert. Methods of mathematical physics. Vol. I.<br>• Philippe G. Ciarlet. Mathematical elasticity. Studies in Mathematics and its Applications. Three-dimensional elasticity.<br>• M. Fecko. Differential Geometry and Lie Groups for Physicists.<br>• H. Goldstein, C.P. Poole, and J.L. Safko. Classical Mechanics.<br>• D. D. Holm. Geometric mechanics. Part II. Rotating, translating and rolling.<br>• J. Lemaitre and J. L. Chaboche. Mechanics of solid materials.<br>• J. M. Lee. Introduction to Smooth Manifolds.<br>• Julia Mergheim. Lecture notes - Nonlinear Finite Element Methods. July 2011.<br>• Jerrold E. Marsden and Thomas J. R. Hughes. Mathematical foundations of elasticity.<br>• Peter J. Olver. Applications of Lie groups to differential equations.<br>• H.-R. Schwarz. Finite element methods.<br>• J. Simo. A finite strain beam formulation. The three-dimensional dynamic problem. Part I. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>92519 | **Robotics 1** | **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<br>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:<br>• Modeling: coordinate systems and transformations, parameterization of rotation matrices, forward and inverse kinematics, Jacobians and singularities<br>• Trajectory planning: polynomial and trapezoidal trajectories, trajectories with intermediate points, trajectories in task space<br>• 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<br>• mathematically describe and analyze the kinematics of robotic manipulators.<br>• plan trajectories for robot motions.<br>• design and implement linear methods for robot motion and force control. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | • Basis knowledge of advanced mathematics<br>• Basic knowledge of control theory |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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.<br>• B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009.<br>• J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018. |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich |
| 5 | **Inhalt** | Im ersten Teil der Vorlesung Elektromagnetische Felder" wird zuerst der Begriff Feld" eingeführt, die speziell damit verbundenen mathematischen Methoden und Aussagen sowie die zugrundeliegenden physikalische Konzepte.<br>Anschließend wird die Formulierung der Grundaussagen der elektromagnetischen Feldtheorie aus Experimenten und theoretischen Überlegungen in heutiger mathematischer Darstellung nachvollzogen.<br>Dabei werden historische und aktuelle Begriffsbildungen einander gegenübergestellt - Atombau der Materie und Relativität waren bei Aufstellung der Theorie noch nicht bekannt!<br><br>Das Nachvollziehen des historischen Begriffsbildungs- und Erkenntnisprozesses erleichtert den Zugang zur Begrifflichkeit und mathematischen Formulierung der Theorie und damit deren Verständnis und Vorstellbarkeit".<br>In Kenntnis von Atombau der Materie und Relativität präzisiert die aktuelle Darstellung die Begriffe, wodurch deren Zahl reduziert werden kann.<br>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.<br>Phänomene in Materie im elektromagnetischen Feld werden aus atomistischer Sicht behandelt, was - zusammen mit der Festlegung der Maßeinheiten - zur aktuellen Begriffsbildung und Formulierung der Maxwellschen Gleichungen (MG) führt.<br>Daraus wird das Verhalten von Feldern an Materialübergängen abgeleitet.<br>Als allgemeine Lösung der MG werden die elektromagnetischen Potentiale hergeleitet, ihre grundlegenden Eigenschaften erläutert und ihre Anwendung zur Lösung feldtheoretischer Fragestellungen dargestellt.<br>Inhalt und Gültigkeitsbereich der Theorie werden diskutiert.<br>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.<br>Weiteres Ziel der Übungen ist die Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung.<br>Inhaltsübersicht:<br>• Felder: Physikalische Konzepte und mathematische Beschreibung<br>• Begriffe und Grundaussagen der elektromagnetischen Feldtheorie<br>• Folgerungen aus den Grundaussagen: Ausblick auf elektromagnetische Wellen<br>• Materie im Feld und Felder an Materialübergängen<br>• Die Potentiale des elektromagnetischen Felds<br>• Inhalt und Gültigkeitsbereich der elektromagnetischen Feldtheorie<br>• Zeitunabhängige Felder, Teil 1 |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:<br>• Begriffe und physikalische Konzepte der elektromagnetischen Feldtheorie zu erklären<br>• Vektoralgebraische und vektoranalytische Beziehungen und Umformungen zu verstehen und letztere auch vorzunehmen<br>• Kraftwirkungen im elektromagnetischen Feld zu verstehen und zu berechnen<br>• die Bedeutung von Feldgleichungen und Kontinuitätsgleichung zu verstehen<br>• Induktionsvorgänge zu verstehen und für einfache Situationen zu berechnen<br>• grundlegende Eigenschaften ebener elektromagnetischer Wellen zu beschreiben<br>• Phänomene elektrischer und magnetischer Felder in Materie und an Materialübergängen zu verstehen und zu beschreiben<br>• Felder und Potentiale einfacher Ladungs- und Stromdichteverteilungen z.B. mittels der Maxwell'schen Gleichungen, allgemeiner Lösungen der Poissongleichung oder aufgrund mathematischer Korrespondenzen zu berechnen<br>• den Gültigkeitsbereich der Theorie zu benennen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Voraussetzung: Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Skript zur Vorlesung<br>• Übungsaufgaben mit Lösungen auf der Homepage<br>• Formelsammlung |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich |
| 5 | **Inhalt** | Im zweiten Teil der Vorlesung Elektromagnetische Felder" wird zunächst die Behandlung zeitunabhängiger Felder fortgesetzt mit Aussagen zu Arbeit und Energie von Ladungen, Strömen und Feldern sowie mit der Gegenüberstellung spezieller Aussagen für zeitunabhängige Felder mit den allgemeingültigen Beziehungen.<br>Beginnend mit dem Energietransport im elektromagnetischen Feld wird sodann der allgemeine Fall zeitlich veränderlicher Felder und deren Verhalten in oder an Materie behandelt.<br>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.<br>In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung durch die Anwendung auf konkrete wissenschaftliche und technische Problemstellungen und beispielartige Lösung von Standardproblemen vertieft.<br>Weiteres Ziel der Übungen ist die Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung.<br>Inhaltsübersicht:<br>• Zeitunabhängige Felder, Teil 2<br>• Energietransport im elektromagnetischen Feld<br>• Elektromagnetische Wellen in homogenen Medien<br>• EM-Wellen: Arten und Eigenschaften<br>• Kenngrößen von EM-Wellen und ihrer Ausbreitungsbedingungen<br>• EM-Wellen an Materialübergängen: Reflexion und Brechung<br>• EM-Wellen an Materialübergängen: Inhomogenitäten und reale Oberflächen |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:<br>• Drehmomente und Kräfte auf Ladungs- und Stromdichteverteilungen in homogenen und inhomogenen Feldern zu berechnen<br>• das Potential einer Ladungsverteilung durch Multipolentwicklung auszudrücken<br>• Ladungsdichte, Potential und elektrisches Feld an Leiteroberflächen zu beschreiben<br>• das Verfahren der Spiegelung bei der Berechnung elektromagnetischer Felder anzuwenden |

| | | |
|---|---|---|
| | | • die Energie zeitunabhängiger Ladungs- und Stromdichteverteilungen sowie von Feldern zu berechnen<br>• den Energiefluß in elektromagnetischen Feldern über den Poynting-Vektor zu berechnen<br>• die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in homogenen verlustbehafteten Medien quantitativ zu beschreiben<br>• die Kenngrößen von Wellen und deren Ausbreitungsbedingungen sowie Verluste zu berechnen<br>• Feldstärken, Ausbreitungsrichtungen und Verluste bei Reflexion, Transmission und Brechung zu berechnen<br>• die Wellenausbreitung in inhomogenen Medien zu beschreiben. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | <u>empfohlene Voraussetzungen:</u><br><br>- EMF I und Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br>Prüfungsfrom: schriftlich (90 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Skript zur Vorlesung<br>• Übungsaufgaben mit Lösungen<br><br>(beides über StudOn verfügbar)<br><br>• 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**<br>92535 | **Robotics 2** | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen<br>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:<br>• Dynamics: Euler-Lagrange formulation, recursive Newton-Euler algorithm, extensions of the dynamical model<br>• Nonlinear control: Lyapunov stability, gravity compensation, inverse dynamics, adaptive control, task space control<br>• Motion planning: Time-optimal trajectory generation, collision checking, configuration space, local path planning, global path planning<br>• Mobile robots: Basics of control and planning |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | The students are able to<br>• derive the dynamical model of a robotic manipulator using the Euler-Lagrange equations and the recursive Newton-Euler algorithm<br>• design and implement nonlinear methods for robot motion and force control and analyze their stability using Lyapunov theory<br>• plan collision-free motions for robots in known environments using local and global planning algorithms |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Recommended prior knowledge: Basics of advanced mathematics, control theory and robotics |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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.<br>• B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009.<br>• J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018.<br>• S. LaValle: Planning algorithms, Cambridge University Press, 2006. |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Recommended Prerequisites : Basic knowledge of programming languages C++ and Python, additional information can be found on StudOn |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Rolf Wanka |
| 5 | **Inhalt** | • Registermaschinen und Turingmaschinen als Modelle des Berechenbaren, die Church-Turing-These und unentscheidbare Probleme<br>• NP-Vollständigkeit und das P-NP-Problem<br>• Endliche Automaten<br>• Grammatiken und die Chomsky-Hierarchie<br>• Kontextfreie Grammatiken und Kontextfreie Sprachen<br>• Kellerautomaten |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• 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;<br>• lernen die wesentlichen Techniken kennen, mit denen man Programmiersprachen beschreiben und syntaktisch korrekte Programme erkennen kann, und wenden diese auf Beispiele an;<br>• 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** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br>Übungsleistung<br>Zum Erreichen der Übungsleistung müssen die wöchentlichen bepunkteten Übungsaufgaben bearbeitet und abgegeben werden. Zum Ende der Vorlesungszeit müssen mindestens 50% der Punkte erreicht sein. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%)<br>Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |

| | | |
|---|---|---|
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • I. Wegener. Theoretische Informatik.<br>• J. Hopcroft, J. Ullman. Introduction to Automata Theory, Languages and Computation.<br>• U. Schöning. Theoretische Informatik - kurz gefasst. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>93170 | **Systemnahe Programmierung in C**<br>Machine-oriented programming in C | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Systemnahe Programmierung in C (2 SWS) | 2,5 ECTS |
| | | Übung: SPiC - R01 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R02 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R03 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R04 (unbesetzt) (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R05 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R06 (unbesetzt) (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R07 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R08 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R09 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R10 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R11 (unbesetzt) (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R12 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - R00 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T01 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T02 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T03 (unbelegt) (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T04 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T05 (unbelegt) (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T06 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T07 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T08 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T09 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T10 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T11 (2 SWS) | - |
| | | Übung: SPiC - T12 (2 SWS) | - |
| 3 | Lehrende | Dr.-Ing. Volkmar Sieh<br>Maxim Ritter von Onciul<br>Eva Dengler<br>Arne Vogel | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr.-Ing. Volkmar Sieh |
| 5 | **Inhalt** | • Grundlegende Konzepte der systemnahen Programmierung<br>• 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)<br>• Softwareentwicklung auf einem Betriebssystem" (Linux) (Betriebssystem als Ausführungsumgebung für Programme)<br>• Abstraktionen und Dienste eines Betriebssystems (Dateisysteme, Programme und Prozesse, Signale, Threads, Koordinierung) |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:<br>• erläutern die grundlegenden Elemente der Programmiersprache C: Datentypen, Operatoren, Ausdrücke, Kontrollstrukturen, Funktionen, Variablen, Präprozessor.<br>• bewerten C im Vergleich zu Java im Bezug auf Syntax, Idiomatik und Philosophie.<br>• nennen wesentliche Unterschiede der Softwareentwicklung für eine Mikrocontrollerplattform versus einer Betriebssystemplattform.<br>• beschreiben die Funktionsweise von Zeigern.<br>• beschreiben die Realisierung von Strings und Stringoperationen in C<br>• verwenden spezifische Sprachmerkmale von C für die hardwarenahe Softwareentwicklung und den nebenläufigen Registerzugriff.<br>• entwickeln einfache Programme in C für eine Mikrocontroller-Plattform (AVR ATmega) sowohl mit als auch ohne Bibliotheksunterstützung.<br>• entwickeln einfache Programme für eine Betriebssystemplatform (Linux) unter Verwendung von POSIX Systemaufrufen.<br>• erläutern Techniken der Abstraktion, funktionalen Dekomposition und Modularisierung in C.<br>• beschreiben den Weg vom C-Programm zum ausführbaren Binärcode.<br>• reproduzieren die grundlegende Funktionsweise eines Prozessors mit und ohne Unterbrechungsbearbeitung.<br>• erläutern Varianten der Ereignisbehandlung auf eingebetteten Systemen.<br>• verwenden Unterbrechungen und Energiesparzustände bei der Implementierung einfacher Steuergeräte.<br>• erläutern dabei auftretende Synchronisationsprobleme (lost update, lost wakeup) und setzen geeignete Gegenmaßnahmen um.<br>• beschreiben Grundzüge der Speicherverwaltung auf einer Mikrocontrollerplattform und einer Betriebssystemplattform (Stackaufbau, Speicherklassen, Segmente, Heap).<br>• erläutern die Funktionsweise eines Dateisystems.<br>• verwenden die grundlegende Ein-/Ausgabeoperationen aus der C-Standardbibliothek. |

| | | |
|---|---|---|
| | | • unterscheiden die Konzepte Programm und Prozess und nennen Prozesszustände.<br>• verwenden grundlegende Prozessoperationen (fork, exec, signal) aus der C-Standardbibliothek.<br>• erklären die Unterschiede zwischen Prozessen und Fäden und beschreiben Strategien zur Fadenimplementierung auf einem Betriebssystem.<br>• erläutern Koordnierungsprobleme auf Prozess-/Fadenebene und grundlegende Synchronisationsabstraktionen (Semaphore, Mutex).<br>• verwenden die POSIX Fadenabstraktionen zur Implementierung mehrfädiger Programme. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Grundlegende Kenntnisse der Programmierung<br>(unabhängig von der Programmiersprache) |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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<br>• Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. "The C Programming Language". Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 1988. ISBN: 978-8120305960. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>93180 | **Systemprogrammierung**<br>System programming | **10 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Systemprogrammierung 2 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R01 (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R02 (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R03 (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R04 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R05 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R06 (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R07 (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R08 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R09 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R10 (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R11 (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP1-R12 (2 SWS, SoSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ Di-12, Julian Z. & Dana E. (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ Do-14, Ferdinand S. & Stefan S. (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ Do-16, Johannes K. & Hannes S. (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ Fr-12, Christian H. (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ Fr-14, Frederik Z. (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ Fr-16, Lukas B. (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ Mi-14 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ Mi-16, Christian H. & Maximilian R. (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ Mo-16 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ R01 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ R11 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ R13, Kevin Kollenda (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ R14 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP-RÜ R15 (2 SWS, WiSe 2025) | - |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Übung: SP2-Ü T06 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü T07 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü T08 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü T09 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü T11 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü T12 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü T18 (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü Ta, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü Tb, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü Ti, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü Tk, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü Tm, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü Tn, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü To, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü Ts, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025) | - |
| | | Übung: SP2-Ü Tu, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter | - |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder<br>Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat |
| 5 | **Inhalt** | • Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation)<br>• Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme<br>• Programmierung von Systemsoftware<br>• C, Make, UNIX-Shell (Solaris, Linux, MacOS X) |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen<br>• verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen<br>• erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen<br>• erlernen die Programmiersprache C<br>• entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufschnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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**<br>93460 | **Fundamentals of fluid modelling with OpenFOAM**<br>Fundamentals of fluid modeling with OpenFOAM | **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** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | **Dauer des Moduls** | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt) |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Edgard Moreira Minete<br>Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller |
| 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** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | **Dauer des Moduls** | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt) |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke |
| 5 | **Inhalt** | Die virtuelle Vorlesung "Softwareentwicklung für Ingenieure" vermittelt grundlegende Kompetenzen der Java-Programmierung:<br>• Java-Bestandteile, Operatoren, Schleifen, Kontrollstrukturen<br>• Java-AOIs<br>• Methodenkapselung<br>• Objektorientierung, Klassendesign<br>• Best Practices, Entwurfsmuster<br>• Mengen, Listen, Generics<br>• Exceptions, Assertions<br>• Nebenläufigkeit<br>• Dateioperationen<br>• Datenbankinteraktion<br>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:<br>• erwerben grundlegende Java-Kenntnisse<br>• lernen eigenständig objektorientierte Problemstellungen als Softwaresystem umsetzen zu können<br>• sammeln Projekt-Erfahrung im Entwicklungsteam<br>• lernen den Umgang mit aktuellen IDEs und Tools (Git, Jenkins, JUnit, Android-Studio) |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen: Kompetenzen der Programmierung auf dem Level der Vorlesung "Grundlagen der Informatik". |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94930 | **Engineering of Solid State Lasers**<br>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.<br>Introduction to physical phenomena used in development of modern solid state lasers<br>Practical approaches used in design of solid state lasers<br>Introduction to modeling and simulation of the lasing process<br>Modeling of basic solid state laser performance using a commercial software package<br>Practical familiarization with various optical, opto-mechnical, and opto-electrical components used in solid state laser |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | The students gain the following competences:<br>Setting up basic modeling of a solid state laser using ASLD software<br>Be able to apply modeling for evaluation of performance of a basic laser system<br>Apply basic optimization of the laser system model<br>Identification of an appropriate laser system for a given application<br>Performing basic characterization of laser beam output parameters<br>Enhanced understanding of the laser physics<br>Familiarization with modern design approaches used in solid state laser engineering<br>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** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Portfolio<br>• In order to pass the course, all participants are supposed to write a short paper (approx. 6-8 pages) on an assigned subject (60% weight with respect to the overall grade) and give a presentation (approx. 12 minutes) based on this paper (40% weight with respect to the overall grade.<br>• As the circumstances require the oral presentation may be held in a digital manner (e.g. using ZOOM videochat). |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte |
| 5 | **Inhalt** | • Einführung und Begriffe<br>• Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements<br>• Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements<br>• Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD)<br>• Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA)<br>• Versuchsmethodik<br>• Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten<br>• Zuverlässigkeitstechniken<br>• Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung<br>• \|Grundwerkzeuge des QM (Einsendeaufgabe)\|<br>• \|QFD und FMEA (Einsendeaufgabe)\|<br>• \|Versuchsmethodik (Einsendeaufgabe)\|<br>• \|SPC (Einsendeaufgabe)\| |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage,<br>Wissen:<br>•<br>  ◦ die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen<br>  ◦ die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben<br>  ◦ den Aufbau und die Einführung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen<br>  ◦ die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen<br>  ◦ Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben<br>  ◦ mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren<br>  ◦ statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren<br>  ◦ statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (60 Minuten)<br>Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60 |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • <br>o DIN (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie, Beuth-Verlag, Berlin 1994 Masing, W.: Handbuch Qualitätsmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2007 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>96390 | **Regenerative Energiesysteme**<br>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.<br>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<br>• kennen die Arten regenerativer Energiesysteme,<br>• kennen die aktuellen Entwicklungen in der elektrischen Energieversorgung,<br>• verstehen die physikalischen und technischen Zusammenhänge bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme,<br>• verstehen die Herausforderungen bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme,<br>• analysieren das Betriebsverhalten regenerativer Energiesysteme und<br>• 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** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Klausur, schriftlich, 90 min |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | schriftlich oder mündlich (100%)<br>Klausur 100% |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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**<br>96841 | **Multiphysics Systems and Components**<br>Multiphysics systems and components | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Übung: Übungen zu Multiphysikalische Systeme und Komponenten (2 SWS)<br>Vorlesung: Multiphysikalische Systeme und Komponenten (0 SWS) | -<br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Angelika Thalmayer | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Jens Kirchner |
| 5 | **Inhalt** | Das Modul bietet eine Einführung in die Simulationsmethode der Finiten Elemente. Dabei liegt der Schwerpunkt auf multiphysikalischen Systemen, d.h. Systemen, die den Gesetzmäßigkeiten von mindestens zwei gekoppelten physikalischen Domänen unterliegen.<br>Themen der Vorlesung:<br>• Mathematische Grundlagen zu Differentialgleichungen<br>• Überblick über numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen<br>• Finite-Elemente-Methode (ein- und mehrdimensionale sowie zeitabhängige Probleme)<br>• Simulation und Experiment |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | • Die Studierenden kennen grundlegende Klassen von Differentialgleichungen und können vorgegebene Differentialgleichungen diesen Klassen zuordnen.<br>• Die Studierenden verstehen das Konzept gut konditionierter Differentialgleichungsprobleme.<br>• Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen benennen und grundlegende Unterschiede erläutern.<br>• 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.<br>• Die Studierenden können für eine vorgegebene Versuchsanordnung ein Simulationsmodell erstellen und analysieren.<br>• Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren, die innerhalb der FEM genutzt werden, beispielsweise zur Lösung zeitabhängiger Probleme, erklären und im Simulationsprogramm einsetzen.<br>• Die Studierenden können Ursachen für Diskrepanzen zwischen Simulationsmodell und Versuchsaufbau benennen sowie Methoden zur Identifikation dieser Ursachen angeben. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>96940 | **Praktische Einführung in Machine Learning**<br>Practical introduction to machine learning | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Nico Hanenkamp |
| 5 | **Inhalt** | Folgende Themengebiete werden unter anderem behandelt:<br>- Grundlagen Machine Learning<br>- Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung<br>- Vorgehensweise bei Machine Learning Projekten<br>- Praktische Einführung in die Programmiersprache Python mit Jupyter Notebook/Google Colab<br>- Praktische Übung zur Anwendung traditioneller Machine Learning Methoden<br>- Kurze Einführung in Neuronale Netze |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden lernen die ersten Grundlagen und Begrifflichkeiten zum Thema Machine Learning kennen und im Kontext Künstliche Intelligenz einzuordnen. Der Ablauf und die Durchführung von Machine Learning Projekten werden an praktischen Beispielen aufgezeigt und deren Potenziale und Herausforderungen diskutiert. Für die eigene Umsetzung im Rahmen der Seminararbeiten erfolgt die Einführung in die Programmiersprache Python mit der Erläuterung relevanter Bibliotheken.<br>Die Kenntnisse werden durch die eigenständige Bearbeitung einer Aufgabenstellung aus den Bereichen Audioanalyse zur Überwachung von Maschinen und Prozessen vertieft. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen: Grundkenntnisse Python Programmierung |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>• Hausarbeit, 10-15 DIN A4 Seiten<br>• Python Code |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br>• Hausarbeit: 50%<br>• Python Code: 50% |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 22 h<br>Eigenstudium: 53 h |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. 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.<br>Diese Online-Inhalte sind Modular strukturiert und werden von den Studierenden eigenständig bearbeitet und anschließend in Kleingruppen besprochen.<br>Die Lerninhalte sind dabei wie folgt strukturiert:<br>• Interpretation einer Konstruktionszeichnung,<br>• Prüfplanung,<br>• Geräteauswahl,<br>• Vorbereitung des Werkstücks,<br>• Vorbereitung des Messsystems,<br>• Messung durchführen,<br>• Auswertestrategie,<br>• Messunsicherheit,<br>• Dokumentation,<br>• Infrastruktur und Umgebung.<br>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.<br>Durch einen zusätzlichen, kostenpflichtigen, eintägigen Workshop ist es möglich die CMTrain Ausbildungsstufe 1" und das zugehörige Zertifikat zu erlangen. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>• Die Studierenden können das Grundprinzip der Koordinatenmesstechnik beschreiben.<br>• Die Studierenden können Messresultate vollständig angeben.<br>Verstehen<br>• |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ Die Studierenden können die Einsatzmöglichkeiten der berührenden und berührungslosen 3D-Koordinatenmesstechnik beschreiben. Analysieren Die Studierenden können den Aufwand zur Durchführung von Messungen mittels Koordinatenmessgerät ermitteln. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden können die Umsetzbarkeit einer Messaufgabe mittels Koordinatenmessgerät beurteilen. Erschaffen Die Studierenden können Messstrategien für Messaufgaben in der Koordinatenmesstechnik planen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (60 Minuten)<br>Im Rahmen des Moduls müssen zwei Vorträge zu je 20 Minuten gehalten werden. Die Teilnahme an den Vorträgen der anderen Teilnehmenden wird vorrausgesetzt. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 45 h<br>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<br>• Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 9. Auflage, Springer Verlag, 2018 ISBN 978-3-658-17755-3 |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr.-Ing. Andreas Michalka |
| 5 | **Inhalt** | Der Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen enthält die Komponenten, die zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung der mechanischen Antriebsleistung dienen, z.B. Verbrennungsmotor, E-Maschinen und Getriebe. Der Betrieb dieser Komponenten erfolgt durch elektronische Steuergeräte, wobei in Hard- und Software viele Regelungen implementiert werden: Von der Automatisierung zahlreicher einzelner Aktoren über die Einstellung der Abgasqualität (Lambda-Regelung) bis hin zur Laufruheregelung von Verbrennungsmotoren.<br>Der Inhalt gliedert sich in folgende Abschnitte:<br>1. Mathematische Modellierung des Fahrzeugs, des Antriebsstrangs und dessen Komponenten als Basis für Simulation und Regelungsentwurf<br>2. Regelsysteme auf Ebene der Antriebsstrangkomponenten<br>3. Längsdynamiksteuerung für Kraftfahrzeuge<br>4. Regelsysteme für Längsführung<br>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:<br>• kennen die Komponenten konventioneller und hybrider Antriebsstränge und erklären deren Funktion<br>• diskutieren mathematische Modelle dieser Komponenten, des Antriebsstrangs und der Fahrzeuglängsbewegung als Basis für Simulation und Regelungsentwurf<br>• kennen Regelsysteme auf Ebene der Antriebsstrangkomponenten und erläutern deren Arbeitsweise<br>• erklären das Konzept der Längsdynamiksteuerung für Kraftfahrzeuge<br>• kennen Regelsysteme für die Längsführung und erläutern deren Arbeitsweise |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Die Vorlesungen "Regelungstechnik A" und "Regelungstechnik B" oder "Einführung in die Regelungstechnik" werden dringend empfohlen. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich<br>mündlich, 30 Minuten |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | apl. Prof. Dr. Julia Mergheim<br>Dr.-Ing. Gunnar Possart |
| 5 | **Inhalt** | Grundlagen der Materialmodellierung<br>• Plastizität und Viskoplastizität<br>• Viskoelastizität in 1D<br>• zugehörige Integrationsalgorithmen<br>• Tensornotation, Elastizität in 3D<br>• Plastizität und Viskoplastizität in 3D<br>• Viskoelastizität in 3D<br>• zugehörige Integrationsalgorithmen<br>Fundamentals of material modeling<br>• Plasticity and viscoplasticity<br>• Viscoelasticity in 1D<br>• related integration algorithms<br>• Tensor notation, elasticity in 3D<br>• Plasticity and viscoplasticity in 3D<br>• Viscoelasticity in 3D<br>• related integration algorithms |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• sind vertraut mit unterschiedlichem Materialverhalten<br>• können unterschiedliches Materialverhalten modellieren (elastisch, plastisch, viskoelastisch, viskoplastisch)<br>• kennen geeignete Integrationsalgorithmen<br>• verstehen die numerische Umsetzung der Modelle<br>The students<br>• are familiar with different material behaviour<br>• can model various material behavior (elastic, plastic, viscoelastic, viscoplastic)<br>• know suitable integration algorithms<br>• understand the numerical implementation of the models |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen: Grundkenntnisse in Kontinuumsmechanik und der Linearen Finite Elemente Methode<br>Recommended: Basic knowledge of continuum mechanics and the linear finite element method Organisatorisches:<br>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<br>einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den |

| | | |
|---|---|---|
| | | Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.<br>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html.<br>The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br><br>Materialmodellierung und -simulation (TAF Solid Mechanics and Dynamics) (Prüfungsnummer: 537468)<br>Prüfungsform: Klausur, 60 Minuten |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch<br>Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Simo and Hughes: Computational Inelasticity. Springer-Verlag, 2000.<br>• Lemaitre and Chaboche: Mechanics of Solid Materials. Cambridge University Press, 1990.<br>• Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials. Springer Verlag, 2000.<br>• Ottosen and Ristinmaa: The Mechanics of Constitutive Modeling. Elsevier, 2005. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>607629 | **Hauptseminar Messtechnik**<br>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*<br>\|*1. Voranmeldung StudOn*\|<br>• <br>ᵒ Die Anmeldung zum Hauptseminar erfolgt in der Regel am Anfgang des Semsters. Ausnahmen sind möglich.<br>ᵒ Hierfür wird eine Liste der Seminarthemen mit zugeordnete StudOn-Gruppen bereit gestellt.<br>ᵒ Die Anmeldung zu einem bestimmten Thema erfolgt durch selbstständige Anmeldung zur zugeordneten StudOn-Gruppe.<br>ᵒ Kontakt mit dem Betreuuer innerhalb der ersten Woche nach anmeldung notwendig.<br>ᵒ Klärung von Ziel, Auftrag und Kontext.<br>ᵒ Recherche, Auswahl der Informationen.<br>ᵒ Grobe Ablaufplanung der Präsentation (Begrüßung und Themenübersicht, Einstieg ins Thema, Transport der Inhalte, Themenbegrenzung), Ausstieg, Fragen und Diskussion).<br>ᵒ Feine Ablaufplanung: Detaillierung der Inhalte (Sinnvolle Gliederung, Inhaltlichen Fortgang visualisieren, Zum Thema immer wieder zurückkehren, Gedankensprünge vermeiden, Foliensprünge vermeiden, Layout für den roten Faden", Ringschluss zwischen Anfang und Ende schaffen).<br>ᵒ Erstellten der Präsentation (Vorlage auf StudOn beachten).<br>ᵒ Terminplan der Präsentationen wird vom Koordinator festgelegt und per E-Mail mitgeteilt (Termine sind in der Regel gegen Ende der Vorlesungszeit). Ausnahmen sind möglich.<br>ᵒ Termin zur Abgabe der Präsentation: eine Woche vor dem Präsentationstermin.<br>ᵒ Durchführung der Präsentation (Präsentationsdauer 20 min. + 10 min. Diskussion)<br>ᵒ Teilnahme an 5 weiteren Vorträgen.<br>ᵒ Notenbekanntgabe direkt nach der Präsentation.<br>ᵒ Koordinator schickt den ausgestellten Schein direkt an das Prüfungsamt.<br>ᵒ Auf Anfrage Feedback vom Betreuer (sofern gewünscht). |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden:<br>• erlangen grundlegender Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken, |

| | | |
|---|---|---|
| | | • erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema,<br>• vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels der Fertigungsmesstechnik,<br>• erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren,<br>• erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren und technische Sachverhalte zu diskutieren, |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>Die Gesamtmodulnote errechnet sich aus der Vortragsleistung. Im Zuge des Hauptseminars ist ein Thema auszuarbeiten und in einem 20 minütigem Vortrag zu präsentieren. Für das Bestehen des Moduls sind zusätzlich 5 Vorträge anzuhören. Die möglichen Themen werden auf StudOn bereitgestellt. Die Vortragsdauer beträgt 20 Minuten mit anschließender 10 minütiger Diskussion. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br>Vortrag, 100% |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>650143 | **Systemprogrammierung Vertiefung**<br>Advanced systems programming | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Übung: SP1-R01 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R02 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R03 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R04 (findet nicht statt) (2 SWS)<br>Übung: SP1-R05 (findet nicht statt) (2 SWS)<br>Übung: SP1-R06 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R07 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R08 (findet nicht statt) (2 SWS)<br>Übung: SP1-R09 (findet nicht statt) (2 SWS)<br>Übung: SP1-R10 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R11 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R12 (2 SWS) | -<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>- |
| 3 | Lehrende | Thomas Preisner<br>Luis Gerhorst<br>Tobias Häberlein<br>Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder<br>Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat |
| 5 | **Inhalt** | • Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation)<br>• Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme<br>• Programmierung von Systemsoftware |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen<br>• verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen<br>• erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen<br>• erlernen die Programmiersprache C<br>• entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufschnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich<br>Die Prüfungsdauer beträgt 30 Minuten. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | mündlich (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 60 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>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.<br>*Content:*<br>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<br>• Patentrecherche, Marktanalysetechniken<br>• Agile Entwicklungsmethoden (Scrum)<br>• Prototyping<br>• Sicherung geistigen Eigentums<br>• Einführung in Entrepreneurship, Startup Finanzierung<br>*Learning Goals and skills:*<br>• Ideation, Design Thinking<br>• Patent Research, Markt Analysis<br>• Agile Development Methods (Scrum)<br>• Prototyping<br>• Securing Intellectual Property<br>• Introduction to Entrepreneurship, Startup Financing |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Seminarleistung<br>Der Umfang der Leistung im Innovation Lab setzt sich aus vier Teilbereichen zusammen (in Klammern ist der Anteil an der Gesamtnote angegeben):<br>• Teampräsentation - 30 min (30%)<br>• Abschlussvortrag - 10 min (10 %)<br>• Hardware/Software Development, Scrum Meetings, Practical work (40%)<br>• Abschlussdokumentation/Report - ca. 3 - 6 Seiten pro Studierendem (20 %)<br><br>The scope of the performance in the Innovation Lab is made up of four sub-areas (the proportion of the overall grade is stated in brackets):<br>• Teampresentation - 30 min (30%)<br>• Final lecture - 10 min (10 %)<br>• Hardware/Software Development, Scrum Meetings, Practical work (40%)<br>• Report - ca. 3 - 6 pages per student (20 %) |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich |
| 5 | **Inhalt** | Motivation<br>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.<br>Im Studium ist dies wichtig bei<br>• schriftlichen Ausarbeitungen wie Seminar- und Abschlußarbeiten,<br>• mündlichen Darstellungen wie Vorträgen und Diskussionen sowie bei<br>• Prüfungen - hier vor allem!<br>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.<br>Gliederung<br>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.<br>0 Einführung<br>Begriffe und Definitionen: Kommunikation zwischen Menschen in Abgrenzung zu anderen Bedeutungen, Technik und Technologie, Wissenschaftsbegriffe, Kriterien zur Abgrenzung, Pseudo-Wissenschaft<br>1 Physiologische Rahmenbedingungen: Sensorik des Menschen<br>Sinne und Sinnesorgane, Eigenschaften<br>2 Kanäle für Kommunikation zwischen Menschen<br>Bio-Physikalische Grundlagen, akustischer und optischer Kommunikationskanal, Entstehungsgeschichte der Zeichen. die Bedeutung von Sprache, Unterschied zwischen Kommunikation in Technik-Wissenschaften und allgemeiner Kommunikation<br>3 Sprachen in MINT-Fächern<br>Begriffe, Fach- und Symbolsprachen, mathematischen Beziehungen, naturwissenschaftliche Darstellungen als Modelle der Wirklichkeit, technischen Zeichnungen, Schaltpläne<br>4 Formen der Kommunikation in MINT-Fächern<br>Vorlesung, Übung, Praktikum, Seminar, Bachelor-/Master-Arbeit, Promotionsverfahren, Habilitationsverfahren, Kolloquium, Kongress<br>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<br>6 Normung und Normen in der Technik<br>Begriffe, Zuständigkeiten, Grundbegriffe bei Gleichungen: physikalische Größen große Zahlen, kleine Zahlen, Einheiten und Skalenpräfixe, relevante Normen finden, Beispiele<br>7 Kommunikation mit der Vergangenheit: Schrifttum und Recherche<br>Formen wissenschaftlichen Schrifttums, richtiges Zitieren, Wege der Literaturrecherche, Sonderfall Patent-Recherche<br>8 Kommunikation mit der Zukunft: Protokolle und Patente<br>Sammeln und Sichern von Arbeits-/Forschungsergebnissen, Umgang mit theoretischen und experimentellen Arbeitsergebnissen, Logistik, Fehler und Korrekturen, rechtliche Absicherung durch Patentieren<br>9 Publikationen erstellen: Texte<br>Arten wissenschaftlicher Publikationen, Organisation von Herstellung und Inhalt, formale Regeln, angemessene Schreibstile, Beispiele<br>10 Publikationen erstellen: Graphik<br>richtige Gestaltung, Herstellung von Photographien technischer Objekte, technische Zeichnungen, Herstellungsanweisungen, Schaltpläne der Elektrotechnik, Graphen von funktionalen Zusammenhängen, Beispiele<br>11 Vorträge von der Zuhörerschaft her planen<br>Vortragscharaktere, Sprache, Niveau, Logistik, Technik, Zeitplanung<br>12 Vorträge inhaltlich aufbereiten<br>inhaltliche Planung, Bildmaterial erstellen und aufbereiten, Sprechtext gliedern und formulieren, Sprechen und Projizieren<br>13 Vorträge gut präsentieren<br>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<br>14 Publikationen und Vorträge prüfen<br>Kommunikations-Fehler beim Planen/Reagieren, Sprechen/Hören, Zeichnen, Schreiben/Lesen, bei Gesprächen, Vorträgen und Diskussionen erkennen und vermeiden<br>15 Kommunikation mit der Nicht-MINT-Welt<br>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?<br>17 Grundkonzepte der Kommunikationspsychologie<br>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<br>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<br>19 Interkulturelle Kommunikation<br>Kulturbegriff, Anwendung des Kommunikationspsychologischen Werkzeugkoffers" aus Kap. 17 auf interkultureller Kommunikation, theoretisches Rüstzeug und praktische Hinweise |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>• Die Studierenden können Formen fachlicher Kommunikation nennen.<br>• Sie kennen Ablauf und Besonderheiten mündlicher und schriftlicher Prüfungen im Studium.<br>Verstehen<br>• Die Studierenden können die Begriffe Kommunikation", Technik" und verschiedene Wissenschaftsbegriffe erläutern.<br>• Sie können Formen wissenschaftlichen Schrifttums erläutern.<br>Anwenden<br>• Die Studierenden können Gleichungen und physikalische Größen normgerecht darstellen.<br>• Sie können Gestaltungsregeln und Ausdrucksmittel für wissenschaftliche Publikationen in Seminar- und Abschlussarbeiten korrekt anwenden.<br>Analysieren<br>• Die Studierenden können Besonderheiten der Fachkommunikation gegenüber allgemeiner zwischenmenschlicher Kommunikation herausstellen.<br>• Sie können Äußerungen hinsichtlich der Aspekte Inhalt, Beziehung, Appell und Selbstkundgabe analysieren.<br>Evaluieren (Beurteilen)<br>• Die Studierenden können Wissenschaft von Pseudo-Wissenschaft abgrenzen.<br>• Sie können Vor- und Nachteile verschiedener Kanäle zwischenmenschlicher Kommunikation bewerten.<br>• Sie können theoretische und experimentelle Arbeits- und Forschungsergebnisse kritisch bewerten.<br>Erschaffen<br>(keine)<br>Lern- bzw. Methodenkompetenz<br>Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden:<br>Die Studierenden können:<br>• spezifische Lern- und Vorbereitungsstrategien für mündliche und schriftliche Prüfung anwenden<br>• Bedeutung von Normung und Normen in der Technik wiedergeben<br>• wissenschaftliche Quellen richtig zitieren<br>• wissenschaftliches Schrifttum gezielt recherchieren |

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

| | | |
|---|---|---|
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (60 Minuten)<br>Prüfungsform: schriftlich ( 90 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | zur Vorlesungsbegleitung (wird zur Verfügung gestellt):<br><br>Hans H. Brand:<br><br>Kommunikation in Technik-Wissenschaften: oder: Was Ingenieure - außer dem Fachlichen - sonst noch wissen müssten und können sollten;<br><br>Shaker Verlag, Aachen, 2012; ISBN 978-3-8440-1356-6<br><br>zur weiteren Vertiefung:<br><br>Paul Watzlawick, Janet H. Beavin, Don D. Jackson:<br><br>Pragmatics of Human Communication, A Study of Interactional Patterns, Pathology and Paradoxes;<br><br>Mental Research Institute, Palo Alto, CA, USA, 1967;<br><br>deutsch:;<br><br>Menschliche Kommunikation - Formen, Störungen, Paradoxien;<br><br>Hans Huber, Bern, Schweiz, 1969/2000/2003/2007<br><br>Friedemann Schulz v. Thun:<br><br>Miteinander Reden<br><br>1 - Störungen und Klärungen |

| | | |
|---|---|---|
| | | - Stile, Werte und Persönlichkeitsentwicklung<br><br>3 - Das Innere Team" und situationsgerechte Kommunikation<br><br>Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek, 1: 1981, 2:1989, 3:1998 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>830631 | **Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung**<br>Structural optimization in virtual product development | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung (4 SWS) | - |
| 3 | Lehrende | apl. Prof. Dr. Ralf Meske | |

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

| | | |
|---|---|---|
| | | • Sie können einfache Algorithmen in der Programmiersprache Python implementieren.<br>Analysieren<br>• Die Studierenden können für unterschiedliche Anwendungsfälle das jeweils am besten geeignete Optimierungsverfahren identifizieren und dessen Vorteile gegenüber anderen Verfahren benennen.<br>• Sie können eine Abschätzung über die Anzahl an Funktionsauswertungen und der erwarteten Laufzeit des gewählten Verfahrens treffen.<br>• Sie können beurteilen, wann eine Optimierungslösung Vorteile gegenüber einer ingenieurmäßigen Verbesserung bringt.<br>• Sie wissen, wie ein Optimierungsergebnis in ein fertigungsgerechtes Design umgesetzt werden kann.<br>Evaluieren (Beurteilen)<br>• 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.<br>Erschaffen<br>• 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** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich<br><br>Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung (Prüfungsnummer: 830631)<br>Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | mündlich (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |

| | | |
|---|---|---|
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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<br>• M. P. Bendsoe, O. Sigmund. Topology Optimization: Theory, Methods and Applications. Springer 2002<br>• K.-J. Bathe. Finite-Elemente-Methoden, Springer 2001 |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | apl. Prof. Dr. Julia Mergheim |
| 5 | **Inhalt** | • Grundlagen der linearen Kontinuumsmechanik<br>• Elastizität<br>• mean-field approaches und variational bounding methods<br>• numerische Homogenisierung<br>• FE^2 Methode<br>• weitere Multiskalen-Methoden |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• sind vertraut mit den theoretischen Grundlagen der Mikromechanik<br>• können analytische Homogenisierungsmethoden einsetzen<br>• kennen geeignete Homogenisierungsverfahren |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen: Grundkenntnisse in Kontinuumsmechanik<br><br>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich<br>• Mikromechanik (Prüfungsnummer: 837601)<br>• Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | mündlich (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>856328 | **Technologie-Startup-Seminar**<br>Seminar: Technology startup | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Seminar: Technologie-Startup-Seminar (2 SWS) | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Klara Feile<br>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, Finan-zierung/Förderung und Businessplan. Die Informationen zu den unterschiedlichen Themenschwerpunkten werden eigenständig anhand geeigneter Dokumenten-/ Internet-recherche und empirischer Erhebungen gesammelt, bewertet und interpretiert. Der Aufbau des Technologie-Startup Seminars bedingt, dass die Studierenden fachliche Entwicklungen anderer Kommilitonen anleiten und vorausschauend mit Problemen im Team umgehen, Ziele für eigene Lern- und Arbeitsprozesse definieren, reflektieren und bewerten sowie wertschätzendes Feedback auf die Zwischenpräsentationen der anderen Seminarteilnehmer geben. Durch eine abschließende Präsentation und die Bewertung durch eine Fachjury erhalten die Studierenden zusätzliches externes Feedback zu ihrem Projekt und schulen ihre Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | In Arbeitsgruppen bearbeiten die Seminarteilnehmer/innen wichtige gründungsrelevante Fragestellungen. Die einzel-nen Präsenztermine setzen sich aus Theorie- und Praxis-phasen zusammen. Insbesondere werden folgende The-men besprochen: Bewertung einer Geschäftsidee, Ge-schäftsmodell, Business-Pitch, Kooperationen/Allianzen, Gründungsteam, Internationalisierung/ Skalierung, Finan-zierung/Förderung und Businessplan. Die Informationen zu den unterschiedlichen Themenschwerpunkten werden eigenständig anhand geeigneter Dokumenten-/ Internet-recherche und empirischer Erhebungen gesammelt, be-wertet und interpretiert.<br>Der Aufbau des Technologie-Startup Seminars bedingt, dass die Studierenden fachliche Entwicklungen anderer Kommilitonen anleiten und vorausschauend mit Problemen im Team umgehen, Ziele für eigene Lern- und Ar-beitsprozesse definieren, reflektieren und bewerten sowie wertschätzendes Feedback auf die Zwischenpräsentatio-nen |

| | | |
|---|---|---|
| | | der anderen Seminarteilnehmer geben. Durch eine abschließende Präsentation und die Bewertung durch eine Fachjury erhalten die Studierenden zusätzliches externes Feedback zu ihrem Projekt und schulen ihre Kommunika-tions- und Präsentationsfähigkeiten. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Seminarleistung<br>Die Prüfungsleistung zum Modul Technologie-Startup-Seminar besteht aus zwei Teilen:<br>• Abschlussbericht (ca. 2 DIN A4 Seiten)<br>• Vortrag (ca. 15 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Seminarleistung (100%)<br>• Abschlussbericht: 30 %<br>• Vortrag: 70 % |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 25 h<br>Eigenstudium: 50 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>858896 | **Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen**<br>Modeling, optimization and simulation of energy systems | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Marco Pruckner |
| 5 | **Inhalt** | In der Vorlesung Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen werden systemtechnische Planungs- und Analysemethoden behandelt, die zur Lösung komplexer und interdisziplinärer Entscheidungsaufgaben in der Energiewirtschaft eingesetzt werden. Dabei werden die wichtigsten Methoden und Verfahren anhand praktischer Fragestellungen (z.B. Ausbau erneuerbarer Energien, Zunahme der Elektromobilität) aus der energiepolitischen Planung vermittelt und die Bewältigung technisch-ökonomischer Probleme verdeutlicht.<br>Zu den eingesetzten Tools zählen die Statistiksoftware R, AnyLogic und lpSolve. Vorkenntnisse im Umgang mit diesen Werkzeugen ist nicht zwingend erforderlich. In den Übungen werden Einführungen in die genannten Softwarepakete gegeben. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• unterscheiden Probleme und Herausforderungen, die mit dem Energieumstieg verbunden sind,<br>• erfassen die Vorteile und die Anwendungsmöglichkeiten computergestützter Planungsmethoden im Energiebereich,<br>• analysieren verschiedene Problemstellungen und setzen Lösungen dafür um,<br>• erlernen verschiedene Methoden der Datenanalyse, Optimierung und Simulation. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch<br>Deutsch oder Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Sebastian Pfaller |
| 5 | **Inhalt** | Torsion prismatischer Stäbe<br>• Torsion von Vollquerschnitten<br>• Torsion dünnwandiger Querschnitte<br>• wölbbehinderte Torsion (Grundlagen und Näherungslösung)<br>Axialsymmetrische Spannungszustände<br>• Scheiben (Grundlagen und Schrumpfverbindungen)<br>• Kreisplatte<br>• biegesteife Zylinderschale unter Innendruck<br>Inelastisches Materialverhalten<br>• Grundbegriffe und Analogiemodelle<br>• plastisches Verhalten metallischer Werkstoffe<br>• plastische Stabwerke, elastisch-plastischer Balken, plastisches Stoffgesetz für duktiles Material bei mehrachsigem Spannungszustand |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• sind vertraut mit den weiterführenden Begriffen der höheren Festigkeitslehre<br>• können die Torsion komplizierter Querschnitte inklusive Wölbbehinderung behandeln<br>• können axialsymmetrische Spannungszustände von Scheiben, Platten und Kreiszylinderschalen berechnen<br>• 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.<br><br>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br><br>Höhere Festigkeitslehre (Prüfungsnummer: 998986)<br><br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet<br>Prüfungssprache: Deutsch |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Szabo: Höhere Technische Mechanik, Berlin:Springer 1977<br>• Neuber: Technische Mechanik, Zweiter Teil: Elastostatik und Festigkeitslehre, Berlin:Springer 1971<br>• Lippmann: Mechanik des plastischen Fließens, Berlin:Springer 1981 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>96838 | **Computational Medicine I** | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Michael Döllinger |
| 5 | **Inhalt** | Die Vorlesung vermittelt die Anwendung von computergestützten experimentellen und numerischen Methoden auf dem Gebiet der Stimmforschung. Es wird gezeigt, wie im Ingenieursstudium erlernte Methoden und Techniken in der medizinischen/klinischen Forschung zur Anwendung kommen. Dies wird anhand des Stimmentstehungsprozesses dargestellt, der strömungs- und strukturmechanische sowie akustische Aspekte umfasst. Die große Herausforderung in der Stimmforschung ist dabei, dass der Stimmentstehungsprozess am lebenden Menschen nur sehr eingeschränkt untersucht werden kann, da im menschlichen Kehlkopf Messsonden und Sensoren nur sehr schwer oder überhaupt nicht platziert werden können.<br>Aus diesem Grund werden in dieser Vorlesung neben der Vermittlung der relevanten Physiologie und Anatomie, experimentelle und numerische Modellierungsstrategien, visuelle und Laser-gestützte Techniken zur in vivo Visualisierung der Stimmlippenschwingung und kombinierte experimentell-numerische Methoden zur Analyse des Fluid-Struktur-Akustik-gekoppelten Prozesses erarbeitet. Hierbei werden folgende Techniken und Methoden vermittelt:<br><br>1) Endoskopietechniken auf Basis digitaler Hochgeschwindigkeitskameras<br>2) Digitale Bildverarbeitung und –analyse: klassische und moderne Deep Learning Verfahren<br>3) 3D Laserstützte Highspeed-Visualisierung der Stimmlippenschwingung<br>4) Entwicklung von klinischen Diagnostik- und Analysetechniken zur objektiven Beurteilung von Pathologien<br>5) Numerische Modellierung der Stimmlippendynamik mit Massenmodellen und Finiten Elementen<br>6) Numerische Simulation der Kehlkopfströmung und der Interaktion mit den Stimmlippen<br>7) Numerische Simulation der Schallentstehung auf Basis der Kehlkopfströmung<br>8) Experimentelle Modellierung des Kehlkopfes: synthetische und exzidierte Kadaver-Modelle<br>9) Optimierungsverfahren zur multimodalen Analyse von klinischen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen mittels numerischer Stimmlippenmodelle<br>10) Analyse und Bearbeitung generierter Daten |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden verstehen das systematische Vorgehen beim Erstellen und Verarbeiten von medizinischen Daten im Bereich der Grundlagen- und klinischen Forschung. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | - |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 5;4;6;7;8;9;10 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich<br><br>Mündliche Prüfung, 100% |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | mündlich (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch<br>Deutsch oder Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| | | In der Vorlesung werden die Grundlagen zum Verständnis der Spannungswandlerschaltungen gelegt. Dies betrifft sowohl die Funktionsweise der Schaltungen, die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Schaltungsprinzipien als auch die Besonderheiten der wesentlichen Komponenten wie Halbleiterschalter und passive Bauteile.<br><br>Die Studierenden können<br>• die Funktionsprinzipien leistungselektronischer Basistopologien mit und ohne galvanische Isolation erklären,<br>• einfache leistungselektronische Wandler analysieren und die für ein Systemdesign relevanten elektrischen und thermischen Parameter berechnen,<br>• die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Schaltungslösungen erklären und diskutieren,<br>• die Vor- und Nachteile verschiedener Bauteiltechnologien in einer leistungselektronischen Schaltung bewerten,<br>• einfache leistungselektronische Wandler entwerfen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br>schriftliche Klausur (90 min.), keine Hilfsmittel (außer Taschenrechner) erlaubt |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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<br><br>[2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4<br><br>[3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8 |

| | | |
|---|---|---|
| | | [4] Ulrich Schlienz: Schaltnetzteile und ihre Peripherie. Vieweg, ISBN 3-528-03935-3<br><br>[5] Albach M.: Induktivitäten in der Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-15080-8<br><br>[6] Tursky W., Reimann T., et al.: Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. Semikron, ISBN 978-3-938843-56-7<br><br>[7] Volke A., Hornkamp M.: IGBT Modules. Infineon, ISBN 978-3-00-040134-3<br><br>[8] Kenneth L. Kaiser: Electromagnetic Compatibility Handbook. CRC Press, ISBN 0-8493-2087-9<br><br>[9] Hofer K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, ISBN 3-8007-2067-1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94902 | **Werkstoffverbunde mit Kunststoffen**<br>Material composites with polymers | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr. Michael Fried<br>apl. Prof. Dr. Wilhelm Merz |
| 5 | **Inhalt** | • Elementare Numerik: Direkte und iterative Lösungsverfahren bei linearen Gleichungssystemen,Interpolation mit Newton-Polynomen und Splines, Quadratur mit Newton-Côtes-Formeln, Extrapolation nach Romberg<br>• Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen: Verschiedene Runge-Kutta Methoden als Einschrittverfahren, Konsistenz, Stabilität- und Konvergenzaussage, Mehrschrittverfahren |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden lernen<br>• verschiedene numerische Methoden zur Lösung linearer Gleichungssysteme<br>• verschiedene Methoden zu beurteilen<br>• Interpolationstechniken und Güte der Approximation<br>• grundlegende Quadraturverfahren und die Beurteilung solcher<br>• grundlegende Diskretisierungsmethoden bei gewöhnlichen Differentialgleichungen<br>• Beurteilung dieser Methoden und Verfahren<br>• algorithmische Umsetzung o.g. Verfahren als Grundlage für Computer-Codes |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Kurse Mathematik für Ingenieure I, II und III |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch<br>Englisch |

| | | |
|---|---|---|
| 16 | **Literaturhinweise** | • Skripte des Dozenten<br>• H.-R. Schwarz, N. Köckler: \|Numerische Mathematik\|, Teubner |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>64631 | **Numerik II für Ingenieure**<br>Numerics for engineers II | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Übung: Num2U (2 SWS)<br>Übung: Übungen zur Numerik II für Ingenieure (2 SWS)<br>Vorlesung: Numerik II für Ingenieure (2 SWS) | -<br>-<br>- |
| 3 | Lehrende | Dr. Michael Fried | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | apl. Prof. Dr. Wilhelm Merz |
| 5 | **Inhalt** | *Numerik partieller Differentialgleichungen*<br>Finite Differenzenmethode, Stabilität, Konsistenz, Konvergenz, Einführung finite Elementmethode bei elliptischen Problemen, Fehlerschätzer |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• erklären verschiedene Diskretisierungsmethoden<br>• beurteilen diese Diskretisierungsmethoden<br>• leiten Finite Elemente Diskretisierungen elliptischer Probleme her<br>• folgern Aussagen anhand grundlegender Beweistechniken aus oben genannten Bereichen<br>• konstruieren Algorithmen zu Finite Elemente Diskretisierungen<br>• erklären Fehlerschätzer |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Skripte des Dozenten<br><br>H. Jung, M. Langer, Methode der Finiten Elemente, Teubner<br><br>P. Knabner, L. Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier |
| 5 | **Inhalt** | Deep Learning (DL) has attracted much interest in a wide range of applications such as image recognition, speech recognition and artificial intelligence, both from academia and industry.<br>This lecture introduces the core elements of neural networks and deep learning, it comprises:<br>• (multilayer) perceptron, backpropagation, fully connected neural networks<br>• loss functions and optimization strategies<br>• convolutional neural networks (CNNs)<br>• activation functions<br>• regularization strategies<br>• common practices for training and evaluating neural networks<br>• visualization of networks and results<br>• common architectures, such as LeNet, Alexnet, VGG, GoogleNet<br>• recurrent neural networks (RNN, TBPTT, LSTM, GRU)<br>• deep reinforcement learning<br>• unsupervised learning (autoencoder, RBM, DBM, VAE)<br>• generative adversarial networks (GANs)<br>• weakly supervised learning<br>• applications of deep learning (segmentation, object detection, speech recognition, ...)<br>The accompanying exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | The students<br>• explain the different neural network components,<br>• compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks,<br>• compare and analyze different CNN architectures,<br>• explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning,<br>• explain deep reinforcement learning,<br>• explain different deep learning applications,<br>• implement the presented methods in Python,<br>• autonomously design deep learning techniques and prototypically implement them,<br>• 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,<br>• discuss the social impact of applications of deep learning applications. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br>Written exam, 90 min. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Wiederholung der Prüfungen** | Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden. |
| 14 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 15 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 16 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 17 | **Literaturhinweise** | • Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press, 2016.<br>• Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006<br>• Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton: Deep learning. Nature 521, 436444 (28 May 2015) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>46101 | **Scannen und Drucken in 3D**<br>Scanning and printing in 3D | **7,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | PD Dr. Patric Müller |
| 5 | **Inhalt** | - Stereo-Imaging<br>- Scannen dreidimensionaler Objekte<br>- Computer-Tomographie und verwandte Techniken<br>- 2D Darstellung dreidimensionaler Datensätze<br>- 3D Bildverarbeitung<br>- 3D Druck-Verfahren<br>- 3D Projektion und Darstellung<br>- Darstellung wissenschaftlicher Daten mittels "Virtueller Realität (VR) |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden:<br>- beherrschen die physikalischen und technischen Grundlagen zur Aufnahme dreidimensionaler Bilder mittels Stereokameraverfahren, 3D Scannern sowie Computer-Tomographie.<br>- können dreidimensionale Datensätze erfassen, numerisch bearbeiten und wissenschaftlich darstellen.<br>- gehen mit gängigen 3D Druckverfahren sicher um und implementieren diese als wissenschaftliches Werkzeug.<br>- setzen mathematisch/physikalische Konzepte dreidimensionaler Darstellung mittels 3D Projektions- und Display-Verfahren sowie VR-Techniken um. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Matlab-Grundlagen dringend empfohlen! |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung<br>Variabel (120 Minuten)<br>Mehrfachantwort-Multiplechoice-Verfahren, schriftlich 90 min |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)<br>Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 120 h<br>Eigenstudium: 105 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |

| | | |
|---|---|---|
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | - Gregor Honsel, Rapid Manufacturing<br><br>- Lee Goldmann, Principles of CT and CT Technology<br><br>- Okoshi, Three-Dimensional Imaging Techniques |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97126 | **Seminar Strategisches Kühlschmierstoffmanagement in der Produktionstechnik**<br>Seminar: Strategic cooling lubricant management in production engineering | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Seminar: Seminar Strategisches Kühlschmierstoffmanagement in der Produktionstechnik<br>Online-StudOn Kurs zur selbständigen und flexiblen Bearbeitung mit kurzem Praxisprojekt am Lehrstuhl (oder bei einem Projektpartner) | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Trixi Meier<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Nico Hanenkamp<br>Trixi Meier |
| 5 | **Inhalt** | **Inhalte:**<br>• Begriffserklärung: KSS<br>• Regelwerke und rechtliche Vorgaben<br>• Überwachung, Wartung und Pflege von KSS<br>• Gesundheitsrisiken bei Umgang mit KSS<br>• Emission mindernde Maßnahmen<br>• Entsorgung und Nachbehandlung von gebrauchtem KSS<br>• Hautschutz bei Verwendung von KSS<br>• Prüfmethoden und Prüfplan<br>• Vorteile innovativer KSS-Konzepte<br>• KSS-Innovationen<br><br>**Struktur der Wissenskapitel:**<br>1) Einführung und Grundlagen KSS<br>2) Gesundheitsschutz und rechtliche Vorgaben<br>3) KSS Emissionen und Absaugungen<br>4) KSS Pflege und Standzeit<br>5) Entsorgung<br>6) Systemreinigung und Wechsel<br>7) Zentralversorgung<br>8) KSS Innovationen<br><br>**Praxisprojekt:**<br>• aktuelle Fragestellung zum Thema Kühlschmierstoffe in der Zerspanung<br>• praktischer Anwendung des erlenten Wissens<br>• Kennenlernen der Messmethoden zur Überwachung von Kühlschmiermitteln |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | ***Kapitel 1: Einführung und Grundlagen der KSS***<br><br>Wenn Sie dieses Lernmodul bearbeitet haben, sollten Sie<br><br>• wissen, was man unter dem Begriff Kühlschmierstoffe versteht. |

- verschiedene Arten von Kühlschmierstoffen und deren Anwendung kennen.
- die Aufgaben von KSS kennen.
- den Einfluss und die Bedeutung von KSS auf den Fertigungsprozess sowie die Fertigungsqualität verstehen.

***Kapitel 2:  Gesundheitsschutz und rechtliche Vorgaben***

Nach Bearbeitung dieses Kapitels, sollten Sie

- die Wichtigkeit des Gesundheitsschutzes verstehen.
- die rechtlichen Grundlagen sowie mögliche Informationsquellen kennen.
- das allgemeine Vorgehen beim Gesundheitsschutz kennen.
- das STOP-Prinzip verstehen und anwenden können.
- die Gefährdungen durch den Umgang mit KSS kennen.
- verschiedene Gefahren für Haut- und Atemweg kennen.
- die Schritte einer Gefährdungsbeurteilung verstehen und anwenden können.
- mögliche Gegenmaßnahmen zur Steigerung des Gesundheitsschutzes kennen.

***Kapitel 3: KSS Emissionen und Absaugungen***

Wenn Sie diese Lerneinheit absolviert haben, sollten Sie

- die Grundlagen der Arbeitsplatzlüftung kennen.
- das abgestufte Konzept der Schutzmaßnahmen nach DGUV R-109-003 verstehen und anwenden können.
- die Arten der Hallenlüftung kennen und unterscheiden können.
- den Aufbau einer Absaugungsanlage kennen.
- die verschiedenen Formen der Erfassung kennen.
- die verschiedenen Formen der Abscheidetechnik kennen.
- selbständig die Eignung von Absaugungsanlagen beurteilen können.

***Kapitel 4: KSS Pflege und Standzeit***

Nach Absolvierung dieses Lernmoduls, sollten Sie

- die Einflussfaktoren auf den Alterungsprozess von KSS sowie die Alterungsreaktionen kennen.
- ein Basiswissen über KSS-Überwachung besitzen.
- einen Prüfplan verstehen und anwenden können.
- verschiede Arten und Vorgehen bei der Durchführung von benötigten Messungen kennen und deren Hintergrund verstehen.
- die Gründe für bzw. Aufgaben der KSS-Pflege kennen.
- KSS-Sollwerte wissen.
- Fremdeinträge sowie mögliche Gegenmaßnahmen kennen.
- das Vorgehen zum Ansetzten von KSS beherrschen.
- die Kriterien sowie Regeln für einen KSS-Wechsel kennen.

| | | |
|---|---|---|
| | | • die Vorteile der KSS-Pflege und Überwachung verstehen.<br><br>***Kapitel 5: Entsorgung***<br><br>Wenn sie dieses Lernmodul bearbeitet haben, sollten Sie<br><br>• mit den rechtlichen Grundlagen der Entsorgung vertraut sein.<br>• verschiedene Möglichkeiten zur Behandlung von wassergemischten Kühlschmierstoffen kennen.<br>• verschiedene Möglichkeiten zur Behandlung von nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen kennen.<br>• die Behandlung von sonstigen Rückständen kennen.<br><br>***Kapitel 6: Systemreinigung und Wechsel***<br><br>Wenn Sie diese Lerneinheit absolviert haben, sollten Sie<br><br>• die Vorrausetzungen für einen KSS-Wechsel kennen.<br>• die Kriterien und Regeln für eine Reinigung und Wechsel wissen und verstehen.<br>• die Vorgehensweise bei einer Systemreinigung wissen.<br>• verschiede Arten der Systemreinigung kennen.<br><br>***Kapitel 7: Zentralversorgung***<br><br>Nach Bearbeitung dieser Lerneinheit, sollten Sie<br><br>• verschiedene Arten der Versorgung von Werkzeugmaschinen mit Kühlschmierstoffen kennen.<br>• die Voraussetzungen und Vorteile einer Zentralanlage kennen.<br><br>***Kapitel 8: KSS Innovationen***<br><br>Wenn Sie dieses Lernmodul absolviert haben, sollten Sie<br><br>• die Funktionsweise von Minimalmengenschmierung verstehen.<br>• die Vorteile sowie Nachteile von Minimalmengenschmierung kennen.<br>• die Anforderungen an MMS-Systeme verstehen.<br>• wissen, was man unter dem Begriff Bioschmierstoffe versteht.<br>• verschiedene Arten und deren Eigenschaften von Bioschmierstoffen kennen.<br>• Anwendungs- und Einsatzgebiete von Bioschmierstoffen kennen.<br>• die Vorrausetzungen für Trockenbearbeitung kennen.<br>• die Vorteile und Nachteile von Trockenbearbeitung kennen.<br>• wissen, was man unter dem Begriff Kryogene Zerspanung versteht.<br>• die Vorteile einer automatisierten KSS-Überwachung kennen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | • keine Voraussetzungen<br>• wünschenswerte Grundkenntnisse: zerspanende Bearbeitung & Werkzeugmaschinen |

| | | |
|---|---|---|
| | | • empfohlene zugehörige Module: Produktionsprozesse der Zerspanung & Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1;2;3 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br><br>Online-StudOn Kurs zur selbständigen und flexiblen Bearbeitung mit Wissenstests zum Ende jedes Kapitels zur Bestätigung der Modulbearbeitung<br>Modulnote aus Praxisprojekt |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 8 h<br>Eigenstudium: 22 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97127 | **Nachhaltige Produktion**<br>Sustainable production | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Nachhaltige Produktion (4 SWS)<br>Online-Kurs der virtuellen Hochschule Bayern (vhb) | 5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Cosimo Di Cecca<br>Prof. Dr. Markus Beckmann<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Markus Beckmann<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp |
| 5 | **Inhalt** | Im vhb-Kurs Nachhaltige Produktion werden eine Vielzahl an Möglichkeiten anhand direkt mit der Produktion verbundenen Prozessen sowie durch vor- und nachgelagerte Schritte dargestellt. Zunächst wird die Notwendigkeit der Nachhaltigkeitssteigerung motiviert. Anschließend folgt eine Einführung in die allgemeinen Methodiken, auf welche Unternehmen zugreifen können. Ein Beispiel hierfür wäre die Ökobilanz. Anschließend wird der gesamte Ablauf von der Produktidee über die Prozessplanung sowie den Einkauf und die konkrete Arbeitsablaufplanung beleuchtet. Darauf aufbauend werden die sechs Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580 im Detail fokussiert. Im Rahmen des Urformens werden Fertigungsverfahren beleuchtet, bei welchen aus formlosem Stoff Werkstücke erstellt werden. Diese Gruppe umfasst Technologien wie das Gießen, das Sintern oder auch die additive Fertigung. Im Rahmen des Umformens befassen wir uns mit Möglichkeiten der Nachhaltigkeitssteigerung bei Verfahren, welche zu Formänderungen von Werkstücken führen. Hierzu zählen beispielsweise das Schmieden sowie Tiefziehen oder Biegen. Zum Bereich Trennen gehören u. a. spanende Verfahren wie Drehen, Fräsen, Bohren oder Schleifen. Fügen und Beschichten umfassen Fertigungsverfahren, bei welchen der Zusammenhalt vermehrt wird. Dies beinhaltet Verfahren wie das Schweißen oder Schrauben (Fügen) ebenso wie Feuerverzinken oder Galvanisieren (Beschichten). Die letzte Hauptgruppe befasst sich mit der Änderung von Stoffeigenschaften, wie sie beispielsweise beim Härten oder Glühen auftreten. Abschließend werden moderne Ansätze gezeigt, die das Produktleben über Remanufacturing und Second-Life-Ansätze verlängern sowie die Möglichkeiten zum nachhaltigen Recycling.<br><br>Gliederung:<br>• <br>  ◦ Einheit 1: Grundlagen des nachhaltigen Produzierens<br>  ◦ Einheit 2: Allgemeine Methoden und Modelle<br>• <br>  ◦ Einheit 3: Nachhaltigkeit von Anfang an - Produktidee<br>  ◦ Einheit 4: Prozessplanung<br>  ◦ Einheit 5: Einkauf / Zulieferer<br>  ◦ Einheit 6: Arbeitsablaufplanung |

| | | |
|---|---|---|
| | | • <br>  ◦ Einheit 7: Produktion - Urformen<br>  ◦ Einheit 8: Produktion - Umformen<br>  ◦ Einheit 9: Produktion - Trennen<br>  ◦ Einheit 10: Produktion - Fügen<br>  ◦ Einheit 11: Produktion - Beschichten<br>  ◦ Einheit 12: Produktion - Stoffeigenschaften ändern<br>• <br>  ◦ Einheit 13: Remanufacturing<br>  ◦ Einheit 14: Recycling |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Nach dem Studium des vhb-Kurses Nachhaltige Produktion sind Studierende in der Lage, die Bedeutung der Nachhaltigkeit in der Produktion zu umfassen. Zudem verstehen sie, warum und wie ein CO2-Fußabdruck einzelner Produkte erstellt wird. Weiterhin wissen sie, welche Bereiche eines Unternehmens mit welchen Methoden und Werkzeugen effizient und nachhaltig gestaltet werden können. Durch Anwendung der Kenntnisse in Übungen werden die Studierenden zudem befähigt, eigene Analysen von Prozessen hinsichtlich deren Nachhaltigkeit durchzuführen. Durch den Kurs können Studierende zudem selbstständig die Nachhaltigkeit im späteren Berufsleben forcieren und umsetzen. Durch gegenseitige Peer-Reviews lernen die Studierenden außerdem, eigene Ergebnisse aufzubereiten und Ergebnisdarstellungen anderer zu bewerten. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | keine Voraussetzungen<br>Grundkenntnisse in den Produktionstechnologien gemäß DIN 8580 wünschenswert<br>Modul Produktionstechnik 1/2 bzw. Production Technology 1/2 der FAU förderlich |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>Elektronische Prüfung vor Ort (E-Klausur), 60 Minuten<br>Für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen eines verpflichtenden Übungsteils notwendig (Details s. StudOn-Kursbereich) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br>Elektronische Prüfung (E-Klausur): 100% |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |

| | | |
|---|---|---|
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97322 | **Service Quality Engineering – Dienstleistungsqualität entwickeln (SQE)**<br>Plastics engineering II | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Dienstleistungsqualität entwickeln - Service Quality Engineering (2 SWS, WiSe 2025)<br>Blockveranstaltung | - |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr. Alexander Gogoll | |

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

| | | |
|---|---|---|
| | | • Produkte und Dienstleistungen anhand konstitutiver Merkmale abgrenzen können. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 2 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97322 | **Service Quality Engineering – Dienstleistungsqualität entwickeln (SQE)**<br>Plastics engineering II | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Dienstleistungsqualität entwickeln - Service Quality Engineering (2 SWS, WiSe 2025)<br>Blockveranstaltung | - |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr. Alexander Gogoll | |

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

| | | |
|---|---|---|
| | | • Produkte und Dienstleistungen anhand konstitutiver Merkmale abgrenzen können. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 2 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

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

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

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

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Martin März |
| 5 | **Inhalt** | • Elektronen- und Kernspin, Spinmanipulation und Elektronenfallen<br>• Informationsdarstellung und -verarbeitung mittels des magnetischen Moments von Elektronen<br>• Spinor-Wellenfunktionen und das Verschränken („Entanglement“) von Quantenzuständen<br>• Q-Bits und Q-Gatter; Quantenalgorithmen (Shor-Algorithmus)<br>• Emulation von Quantenalgorithmen auf von-Neumann-Architekturen<br>• IBM-Konzept eines Quantencomputers basierend auf organischen Molekülen<br>• Silizium-Germanium-basierte Heterostrukturen für das „Quantum Computation“ |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden besitzen die Kenntnis und das Verständnis des Spins von Elektronen, kennen technologische Möglichkeiten zur Spinmanipulation, -injektion, -extraktion und -detektion und kennen und verstehen den Aufbau und die prinzipielle Funktionsweise quantenmechanischer Bauelemente, die auf ferromagnetischen Materialeigenschaften beruhen. Darüber hinaus haben sie Kenntnis und Verständnis von der Darstellung und Verarbeitung von Q-Bits, der technologischen Realisierung von Q-Bits, kennen das RSA-Verschlüsselungsverfahren und können es anwenden und kennen den Shor-Algorithmus. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen werden Kenntnisse wie sie z.B. in *Halbleiterbauelemente* vermittelt werden sowie Kenntnisse aus *Halbleitertechnik I – Bipolartechnik (HL I)*. Das Modul wird u.a. als Vertiefungsmodul der Studierichtung Mikroelektronik (EEI) angeboten. Die Vorlesung wird jeweils im Sommersemeter (ab SS23) angeboten. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (60 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt! |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **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.<br>• Allgemeine Vorarbeiten<br>• Einführung ins Projektmanagement<br>• Wissenschaftliche Methodik<br>• Recherche und Zitation wissenschaftlicher Quellen<br>• Organisation von Informationen<br>• Aufbereiten von Informationen<br>• Wissenschaftliches Publizieren<br>• Gliedern: Roter Faden und Balance<br>• Wissenschaftlicher Stil<br>• Einführung in LaTeX<br>• Literaturverwaltung mit BibTeX & Co.<br>• Erstellen und Halten von Präsentationen |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | • Die Studierenden sind mit den Grundlagen des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns vertraut.<br>• Die Studierenden können für einfache Projekte wie eine Abschlussarbeit eine Aufgaben- und Zeitplanung erstellen.<br>• Die Studierenden können für ein vorgegebenes Thema in fachspezifischen Literaturdatenbanken geeignete Veröffentlichungen recherchieren.<br>• Die Studierenden können wissenschaftliche Daten als Tabelle oder Diagramm darstellen sowie Qualitätskriterien nennen und prüfen.<br>• Die Studierenden kennen die typische Struktur wissenschaftlicher Artikel, Abschlussarbeiten und Präsentationen und können die Inhalte der entsprechenden Abschnitte beschreiben.<br>• Die Studierenden können Unterschiede zwischen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Texten erläutern und identifizieren.<br>• Die Studierenden können Texte hinsichtlich Struktur, wissenschaftlichem Stil und Redundanzen analysieren und korrigieren. |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Die Studierenden kennen den Begutachtungsprozess bei wissenschaftlichen Publikationen.<br>• Die Studierenden können mit Hilfe von LaTeX ein Dokument erstellen und strukturieren sowie Daten in Tabellen- und Diagrammform darstellen.<br>• Die Studierenden können eine Literaturdatenbank im BibTeX-Format erstellen und Quellen in einem Dokument referenzieren. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 5 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **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.<br>• Allgemeine Vorarbeiten<br>• Einführung ins Projektmanagement<br>• Wissenschaftliche Methodik<br>• Recherche und Zitation wissenschaftlicher Quellen<br>• Organisation von Informationen<br>• Aufbereiten von Informationen<br>• Wissenschaftliches Publizieren<br>• Gliedern: Roter Faden und Balance<br>• Wissenschaftlicher Stil<br>• Einführung in LaTeX<br>• Literaturverwaltung mit BibTeX & Co.<br>• Erstellen und Halten von Präsentationen |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | • Die Studierenden sind mit den Grundlagen des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns vertraut.<br>• Die Studierenden können für einfache Projekte wie eine Abschlussarbeit eine Aufgaben- und Zeitplanung erstellen.<br>• Die Studierenden können für ein vorgegebenes Thema in fachspezifischen Literaturdatenbanken geeignete Veröffentlichungen recherchieren.<br>• Die Studierenden können wissenschaftliche Daten als Tabelle oder Diagramm darstellen sowie Qualitätskriterien nennen und prüfen.<br>• Die Studierenden kennen die typische Struktur wissenschaftlicher Artikel, Abschlussarbeiten und Präsentationen und können die Inhalte der entsprechenden Abschnitte beschreiben.<br>• Die Studierenden können Unterschiede zwischen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Texten erläutern und identifizieren.<br>• Die Studierenden können Texte hinsichtlich Struktur, wissenschaftlichem Stil und Redundanzen analysieren und korrigieren. |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Die Studierenden kennen den Begutachtungsprozess bei wissenschaftlichen Publikationen.<br>• Die Studierenden können mit Hilfe von LaTeX ein Dokument erstellen und strukturieren sowie Daten in Tabellen- und Diagrammform darstellen.<br>• Die Studierenden können eine Literaturdatenbank im BibTeX-Format erstellen und Quellen in einem Dokument referenzieren. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 5 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>Klausur (60 Minuten)<br>Das 5 ECTS setzt sich aus 2,5 ECTS für die Vorlesung und 2,5 ECTS für die Workshop-Teilnahme zusammen. Zum Bestehen des Workshops erforderlich sind<br>• Die Teilnahme an den beiden Workshop-Terminen<br>• Bearbeitung der Hausaufgaben<br>• Verfassen eines Reflexionsberichts<br>Die Note für das 5 ECTS Modul ergibt sich aus der Klausurnote. Durch den Workshop kann diese um bis zu 0,7 Notenstufen verbessert werden.<br>•<br>  ◦ Der im Rahmen der Workshops zu haltende Vortrag,<br>  ◦ Der abschließende Reflexionsbericht und<br>  ◦ Die Mitarbeit während der Workshops<br>mit einer Durchschnittsnote von 2,0 bis 1,6 benotet wurden.<br>•<br>  ◦ Der im Rahmen der Workshops zu haltende Vortrag,<br>  ◦ Der abschließende Reflexionsbericht und<br>  ◦ Die Mitarbeit während der Workshops<br>mit einer Durchschnittsnote von 1,5 oder besser benotet wurden. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (50%)<br>Klausur (50%)<br>Das 5 ECTS setzt sich aus 2,5 ECTS für die Vorlesung und 2,5 ECTS für die Workshop-Teilnahme zusammen. Zum Bestehen des Workshops erforderlich sind<br>• Die Teilnahme an den beiden Workshop-Terminen<br>• Bearbeitung der Hausaufgaben<br>• Verfassen eines Reflexionsberichts<br>Die Note für das 5 ECTS Modul ergibt sich aus der Klausurnote. Durch den Workshop kann diese um bis zu 0,7 Notenstufen verbessert werden. |

| | | |
|---|---|---|
| | | • <br>  ◦ Der im Rahmen der Workshops zu haltende Vortrag,<br>  ◦ Der abschließende Reflexionsbericht und<br>  ◦ Die Mitarbeit während der Workshops<br>mit einer Durchschnittsnote von 2,0 bis 1,6 benotet wurden.<br>• <br>  ◦ Der im Rahmen der Workshops zu haltende Vortrag,<br>  ◦ Der abschließende Reflexionsbericht und<br>  ◦ Die Mitarbeit während der Workshops<br>mit einer Durchschnittsnote von 1,5 oder besser benotet wurden. |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94966 | **Radarfernerkundung mit Satelliten**<br>Radar remote sensing with satellites | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Radarfernerkundung mit Satelliten (4 SWS) | 5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krieger | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krieger |
| 5 | **Inhalt** | Radarsatelliten ermöglichen die hochaufgelöste Abbildung der Erde unabhängig von Wetter und Tageslicht. Durch die Kombination von Radarbildern können zusätzlich kleinste Veränderungen auf der Erdoberfläche millimetergenau aus dem Weltall vermessen werden. Die gewonnenen Daten werden für eine Vielzahl von kommerziellen, wissenschaft-lichen und hoheitlichen Anwendungen genutzt. Beispiele sind die Koordination von Hilfseinsätzen bei Katastrophen, die Erstellung hochgenauer topographischer Karten oder die Vermessung des durch den Klimawandel induzierten Abschmelzens der Gletscher. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Verstehen<br>Lernende können Wirkprinzipien der Erdfernerkundung mit Satelliten darstellen.<br>Anwenden<br>Lernende können verschiedene Methoden der Erdfernerkundung mit Satelliten unterscheiden und vergleichen.<br>Analysieren<br>Lernende können Erfassungsmethoden diskutieren und geeignete Verfahren für Fragestellungen der Erdfernerkundung auswählen.<br>Erschaffen<br>Lernende können mit dem vermittelten Wissen grundlegende Sensoriken für Satellitensysteme konzipieren. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>46939 | **Angewandte Elektronik- und Hochfrequenzmesstechnik (AEM)**<br>Applied electronic and microwave measurements (AEM) | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Angewandte Elektronik- und Hochfrequenzmesstechnik (2 SWS) | 5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Christof Pfannenmüller<br>Alexander Spielberger<br>Michael Loose | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer |
| 5 | **Inhalt** | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt! |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt! |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich (30 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | mündlich (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt! |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 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:<br>- Analytische Simulation von PWM-Konvertern<br>- Simulation von PWM-Konvertern unter Zuhilfenahme von gemittelten Schaltermodellen (ASM und ASIM)<br>- Diskrete Modellierung von Schaltnetzteilen im Zustandsraum (Discrete Modelling)<br>- Detailbetrachtungen, Vergleich mit Hardware, Schaltverluste<br>Im zweiten Teil des Moduls werden mögliche Systemmodellierungen gezeigt, die Aufschluss über das Kleinsignalverhalten und damit die Anwendung von herkömmlichen regelungstechnischen Ansätzen erlauben.<br>Der zweite Teil des Moduls gliedert sich wie folgt:<br>• <br>o 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:<br><br>Schaltnetzteiltopologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen zu untersuchen,<br>PWM Konverter stark idealisiert und auch unter Berücksichtigung parasitärer Widerstände zu analysieren,<br>Mehraufwand und Nutzen detaillierterer Analysemethoden einzuschätzen,<br>die einzelnen Schritte zur Erstellung gemittelter Schaltermodelle (ASM, ASIM) zu erläutern,<br>PWM-Konverter mittels gemittelter Schaltermodelle zu analysieren,<br>die Möglichkeiten der gemittelten Schaltermodelle während der verschiedenen Phasen bei der Entwicklung getakteter Stromversorgungen zu beurteilen,<br>die Beschreibung linearer Netzwerke im Zustandsraum und deren Lösung zu erläutern,<br>den Lösungsweg zur Analyse von Konvertern im Zustandsraum zu skizzieren, |

| | | |
|---|---|---|
| | | beliebige Konverter mit Hilfe der zeitdiskreten Modellierung im Zustandsraum zu analysieren,<br>Anwendungsbeispiele für den Einsatz von Netzwerkanalyseprogramme (z.B. SPICE) im Bereich der Schaltnetzteilentwicklung zu benennen,<br>Gültigkeit, Genauigkeit und Anwendbarkeit von Herstellermodellen kritisch zu hinterfragen,<br>Aufwand, Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Simulationsmethoden im Bereich der Schaltnetzteiltechnologie zu bewerten,<br>Sinn und Zweck der verschiedenen Kleinsignalübertragungsfunktionen zu beschreiben,<br>den Begriff Kleinsignal im Zusammenhang mit Übertragungsfunktionen zu definieren und für konkrete Simulationen die Einhaltung der Kleinsignalbedingung zu überprüfen,<br>Kleinsignalübertragungsfunktionen durch geeignete, dem jeweiligen Modell angepasste Simulationen (Zeit-/Frequenzbereich) zu bestimmen,<br>Kleinsignalübertragungsfunktionen mittels der Methode der Mittelung im Zustandsraum für den kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb bestimmen,<br>eine Möglichkeit zur messtechnischen Bestimmung Kleinsignalübertragungsfunktionen leistungselektronischer Konverter sowie die dafür benötigten Adapter und deren Anforderungen zu diskutieren,<br>die verschiedenen Möglichkeiten Konverter zu regeln sowie deren Vor- und Nachteile zu bewerten,<br>Vorteile einer unterlagerten Stromregelung zu erläutern sowie die Ursachen möglicher Instabilitäten und deren Vermeidung zu erklären,<br>notwendige Kennwerte für den eigenständigen Vergleich einer Vielfalt möglicher, auch bis dato dem Studierenden unbekannter Topologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen auszuarbeiten und so neue leistungselektronische Systeme basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen zu gestalten,<br>die erlernten Methoden für die Optimierung getakteter Stromversorgungen anzuwenden,<br>die Ergebnisse der Optimierung im Hinblick auf die aufgestellten Kriterien zu gewichten und den geeigneten Kandidaten auszuwählen,<br>die notwendigen Simulationen entlang des gesamten Entwicklungsprozesses leistungselektronischer Systeme zu konzipieren,<br>neue leistungselektronische Systeme zu entwickeln und somit die Herstellung neuer Produkte mit zu gestalten. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen: Modul \|Leistungselektronik\|<br>Empfohlen: Modul \|Schaltnetzteile\| |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | schriftlich oder mündlich<br>mündliche Prüfung, Dauer: 30 min |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | schriftlich oder mündlich (100%)<br>mündliche Prüfung 100% |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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**<br>145947 | **Hochfrequenzmesstechnik**<br>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.<br>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<br>Verstehen<br>Die Lernenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweise von typischen Baugruppen in HF-Messgeräten.<br>Sie können das Zusammenwirken der einzelnen Baugruppen beschreiben.<br>Anwenden<br>Die Lernenden können Gerätekonzepte vergleichen und durch Rechnungen abschätzen, welche Anforderungen an Messgeräte durch die jeweilige Messaufgabe gestellt werden.<br>Analysieren<br>Lernende können alternative Gerätekonzepte für eine Messaufgabe differenzieren und gegenüberstellen.<br>Evaluieren (Beurteilen)<br>Lernende können aus der Kenntnis der Funktionsweise und des Aufbaus eines Messgeräts unter Berücksichtigung der Messanforderungen HF-Messtechnik evaluieren.<br>Erschaffen<br>Lernende können mit dem vermittelten Wissen Messgeräte konzipieren und unter Anwendung der zugrundeliegenden Theorie Blockschaltbilder für ein Gerätekonzept erstellen und die Leistungsfähigkeit abschätzen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich<br>Die Prüfungsleistung ist eine mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer. |

| | | |
|---|---|---|
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | mündlich (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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<br><br>Schiek, B.: Grundlagen der Hochfrequenz-Messtechnik, Springer-Verlag, Berlin, 1999<br><br>Hiebel,M.: Grundlagen der vektoriellen Netzwerkanalyse, München: Rohde & Schwarz GmbH, 2006<br><br>Rauscher,Ch.: Grundlagen der Spektrumanalyse, München: Rohde & Schwarz GmbH, 2004<br><br>Dunsmore, J.P.: Handbook of Microwave Component Measurements Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012<br><br>Bonaguide,G.; Jarvis,N.: The VNA Applikation Handbook, Boston, London: Artech House, 2019 |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier |
| 5 | **Inhalt** | Neural networks have had an enormous impact on research in image and signal processing in recent years. In this course, you will learn all the basics about deep learning in order to understand how neural network systems are built. The course is addressed to students who are new to the field. In the beginning of the course, we introduce you to the topic with some applications of deep learning in the field of medical imaging, digital humanities and industry projects. Before we dive into the core elements of neural networks, there are two lecture units on the fundamentals of signal and image processing to teach you relevant parts of system theory such as convolutions, Fourier transform, and sampling theorem. In the next lecture units, you learn the basic blocks of neural networks, such as backpropagation, fully connected layers, convolutional layers, activation functions, loss functions, optimization, and regularization strategies. Then, we look into common practices for training and evaluating neural networks. The next lecture unit is focusing on common neural network architectures, such as LeNet, Alexnet, and VGG. It follows a lecture unit about unsupervised learning that contains the principles of autoencoders and generative adversarial networks. Lastly, we cover some applications of deep learning in segmentation and object detection.<br>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.<br>At the end of the semester, there will be a written exam. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | The students<br>• explain the different neural network components,<br>• compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks,<br>• compare and analyze different CNN architectures,<br>• explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning,<br>• explain different deep learning applications,<br>• implement the presented methods in Python,<br>• effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer,<br>• autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature,<br>• 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** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel (60 Minuten)<br>The final exam is a written exam with 60 minutes duration. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 75 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97001 | **Bruchmechanik**<br>Fracture mechanics | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Bruchmechanik / Fracture Mechanics (4 SWS) | 5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Paras Kumar | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Kai Willner |
| 5 | **Inhalt** | • Overview of the fracture/failure modeling process including basic terminologies<br>• Physical origins of fracture – the microscopic picture of failure<br>• Review of small strain elasticity theory<br>• Analytical solution methods for planar elasticity problems – polar coordinate and complex potential methods<br>• Development of analytical solutions for problems involving inhomogeneities of different shapes and sizes<br>• Fundamental concepts, applications and limitations of Linear elastic fracture mechanics<br>• Elastoplastic Fracture Mechanics – including plastic deformation in the fracture process<br>• Overview of computational methods in sharp crack modeling<br>• Phase-field fracture modeling – an example of diffuse crack modeling |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | • Overview of the physical phenomenon accompanying the fracture of an engineering structure<br>• Competence in developing analytical solutions to complex boundary value problems of linear elasticity, with particular focus on stress concentrations<br>• Knowledge of various fracture criteria, their interconnections and applicability to different materials<br>• Understanding the implications of employing linear elasticity assumption to fracture modeling and the importance of including inelasticity<br>• Overview of the phase-field method for crack propagation |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | • Basic course on mechanics of deformable solids such as "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre (SEF)"<br>• Some prior knowledge about elastoplasticity and three-dimensional elasticity as obtained in courses like “Material Modeling and Simulation (MatMod)” or “Höhere Festigkeitslehre (HF)” or some other course on advanced strength of materials.<br>• Knowledge of finite element method for problems in linear elasticity as obtained by courses like “Introduction to Finite Element Method (IFEM)” or “Finite Elemente Methode (FEM)”<br>• A course on linear continuum mechanics is highly recommended but not strictly necessary. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>Bruchmechanik/Fracture Mechanics (exam number: 70011)<br>Exam type: oral exam, 30 Min.<br>Duration: TBD<br>5 ECTS |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br>Share in the calculation of the module grade: 100.0 % |
| 12 | **Turnus des Angebots** | Unregelmäßig |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Lecture notes with detailed bibliography will during the lecture.<br><br>Some of the primary references include<br>• Dietmar Gross, Thomas Seelig. Fracture Mechanics: With an Introduction to Micromechanics. Third Edition. Springer, 2018.<br>• Dietmar Gross, Thomas Seelig. Bruchmechanik: Mit einer Einführung in die Mikromechanik. Sechste Auflage. Springer, 2016.<br>• C.T. Sun, Z.-H. Jin. Fracture Mechanics. Academic Press, 2012.<br>• Ted L. Anderson. Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications. Fourth Edition. CRC Press, 2017.<br>• Emmanuel E. Gdoutos. Fracture Mechanics: An Introduction, Third Edition, Springer, 2020<br>• Martin H. Saddd. Elasticity: Theory, Applications, and Numerics. Third Edition. Academic Press, 2014. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>45084 | **Cooling of Power electronics** | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Philipp Schlatter |
| 5 | **Inhalt** | • Overview power electronics, components and heat sources<br>• Basics of thermofluiddynamics, Navier-Stokes equations, fundamental equations of thermodynamics, energy balance<br>• Fundamentals of turbomachinery and their application in cooling technology<br>• Heat exchanger and heat transfer<br>• Printed circuit board (PCB) cooling systems<br>• Two phase flow behaviour<br>• Two phase cooling: phase change materials, Heat pipe, pulsation heat pipe<br>• Working limits of pulsating heat pipes<br>• Computational fluid dynamics and optimization<br>• Measurement methods for thermofluid dynamics |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | *Students will*<br>• understand the current challenges of power electronics, their applications, and why they need to be cooled.<br>• learn the fundamentals of fluid mechanics and thermodynamics for power electronics cooling<br>• learn the basics of turbomachinery cooling and how it can be used<br>• have the knowledge about specific cooling concepts for electrical components and the advantages and disadvantages of these concepts.<br>• get an introduction about the fundamentals of two-phase flows<br>• learn about new cooling concepts such as heat pipes and phase change materials.<br>• perform initial flow simulations with heat sources and learn the basics of numerical thermal flow simulation.<br>• can apply different experimental techniques and how to design test rigs for the experiments<br>*By attending the lectures, students will be able to understand the fundamentals of power electronics cooling concepts, understand novel cooling concepts and apply them to current problems in industry and research. Through hands-on labs, students will gain an understanding of computational fluid dynamics and how it can be used to make cooling more efficient and resource-conserving.* |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | • Module: Strömungsmechanik I (recommendation)<br>• Module: Fluid Dynamics (recommendation)<br>• Module: Thermodynamik (recommendation) |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222<br>• M.Sc. Maschinenbau - MB<br>• M.Sc. Electromobility - ACES<br>• M.Sc. Computational Engineering - CE<br>• M.Sc. Energietechnik - ET<br>• M.Sc. Mechatronik - MT<br>• M.Sc. Medizintechnik - MT<br>• M.Sc. Chemical Engineering – CEN<br>• M.Sc. Chemie- und Bioingenieurwesen – CBI<br>• M.Sc. Clean Energy Processes - CEP |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>written exam 90 min<br>Exercise: successful participation |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br>Lecture: 100% of the module grade |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 4 SWS - 60 h<br>Eigenstudium: 60 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Book: Basics of Fluid Dynamics, F. Durst<br>• Book: Computational Aerodynamics and Aeroacoustics, Tapan Sengupta<br>• Book: Fundamentals of Turbomachines, Erick Dick<br>• Book: Oscillating Heat Pipes, Hongbin Ma |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>96901 | **NaPe: Nachhaltige Produktentwicklung - Ringvorlesung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP)**<br>NaPe: Sustainable product development - lecture series by German Society for Product Development (WiGeP) | **3 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Online-Kurs: NaPe: Nachhaltige Produktentwicklung - Ringvorlesung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP) | 3 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack |
| 5 | **Inhalt** | • Einführung in nachhaltige Produktentwicklung<br>• Lebenszyklusanalyse (LCA) in der Produktentwicklung<br>• Datengesteuerte LCA am Beispiel von Werkzeugmaschinen<br>• Umweltwirkungen in der Nutzungsphase<br>• Circular Economy und Produktentwicklung: R-Strategien, etc.<br>• Konstruktion für circuläre Fabriken<br>• Modularisierung als Basis für die Circular Economy<br>• Nachhaltige Materialauswahl und -entwicklung<br>• Leichtbau<br>• Tribologie als Kernkompetenz für nachhaltige Antriebstechnik<br>• Umwelt- und soziale Auswirkungen von Produkten<br>• Digitale Technologien für nachhaltige Produktentwicklung<br>• Risikomanagement in der nachhaltigen Produktentwicklung<br>• Normen und Zertifizierungen in der nachhaltigen PE |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | **Fachkompetenz:**<br>**Wissen:**<br>Die Studierenden erwerben ein umfassendes Verständnis der Prinzipien und Methoden der nachhaltigen Produktentwicklung. Sie können die Herausforderungen und Chancen in der Anwendung von Lebenszyklusanalyse (LCA), datengestützter Analyse und Circular-Economy-Ansätzen in verschiedenen Industrien bewerten. Sie erkennen den Nutzen innovativer Methoden wie Leichtbau und Modularisierung zur Förderung der Nachhaltigkeit und bewerten ihre praktische Umsetzbarkeit.<br>Darüber hinaus verstehen die Studierenden die Bedeutung digitaler Technologien, wie IoT und KI, und deren Rolle bei der Verbesserung von Nachhaltigkeitsstrategien. Sie erlangen ein tiefes Verständnis der Tribologie in der Antriebstechnik und können den Product Carbon Footprint (PCF) durch gezielte technische Maßnahmen reduzieren. Schließlich entwickeln die Studierenden die Fähigkeit, die Auswirkungen von Produkten in der Nutzungsphase auf Umwelt und Gesellschaft zu analysieren und Maßnahmen zu deren Reduzierung zu erarbeiten.<br><br>**Fertigkeiten:**<br>Die Studierenden können Methoden der Lebenszyklusanalyse selbstständig anwenden und die daraus gewonnenen Erkenntnisse für die Optimierung von Produkten zu nutzen. Sie sind in der Lage, |

| | | |
|---|---|---|
| | | datengestützte Ansätze zur Bewertung von Umweltauswirkungen zu implementieren, um nachhaltigere Produkte zu entwickeln. Weiterhin beherrschen sie die Analyse und Anwendung von Circular-Economy-Prinzipien, einschließlich der Implementierung von Modularisierungskonzepten, um die Lebensdauer und Wiederverwertbarkeit von Produkten zu maximieren.<br>In Bezug auf digitale Technologien können die Studierenden digitale Werkzeuge wie IoT und KI einsetzen, um nachhaltige Produktentwicklungsstrategien zu unterstützen. Auch in komplexeren technischen Bereichen, wie der Tribologie und der Leichtbauweise, können die Studierenden fundierte Entscheidungen treffen, um den Product Carbon Footprint zu minimieren und die Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung sicherzustellen.<br><br>**Personale Kompetenzen:**<br>**Sozialkompetenz:**<br>Die Studierenden sind in der Lage, in interdisziplinären Teams zusammenzuarbeiten, um nachhaltige Lösungen für reale Produktentwicklungsherausforderungen zu erarbeiten.<br><br>**Selbstständigkeit:**<br>Die Studierenden können eigenständig Probleme im Bereich der nachhaltigen Produktentwicklung identifizieren und geeignete Maßnahmen zu deren Lösung entwickeln. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine speziellen Vorkenntnisse erforderlich. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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: 28 h<br>Eigenstudium: 62 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97009 | **Uncertainty Quantification for Engineers** | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!<br>no | |
| 3 | Lehrende | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt! | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr.-Ing. Gunnar Possart<br>Maximilian Ries |
| 5 | **Inhalt** | - General concept of uncertainty<br>- Probability theory<br>- Probabilistic sampling<br>- Spectral methods<br>- Possibility theory<br>- Interval analysis<br>- Fuzzy analysis<br>- Mixed and generalized approaches |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Students will<br>- be able to classify uncertainties based on their source and type, choose appropriate approach and perform simulations under presence of uncertaities<br>- learn probabilistic approaches required to analyze and model uncertainties in engineering structures<br>- learn in details sampling based approach toward problems with uncertainties treated in a probabilistic manner<br>- get familiar with spectral methods in probability theory, classical as well as the recent developments<br>- learn alternative possibilistic approaches towards uncertainties in engineering structures<br>- learn in details various methods of the interval arithmetic<br>- learn in details various methods of the fuzzy arithmetic<br>- be able to choose appropriate mixed strategy for complex problems) |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | profound knowledge of statics, elastostatics and dynamics topics, familiar with nonlinear finite element methods |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (45 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%)<br>written exam, 45 minutes, 100% of the module grade |
| 12 | **Turnus des Angebots** | Unregelmäßig |

| | | |
|---|---|---|
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 25 h<br>Eigenstudium: 50 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

# 1 Konstruktionstechnik

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack |
| 5 | **Inhalt** | **I. Der Konstruktionsbereich**<br>• Stellung im Unternehmen<br>• Berufsbild des Konstrukteurs/Produktentwicklers<br>• Engpass Konstruktion<br>• Möglichkeiten der Rationalisierung<br>**II. Konstruktionsmethodik**<br>• Grundlagen<br>• Allgemein einsetzbare Lösungs- und Beurteilungsmethoden - Werkzeuge<br>• Vorgehensweise im Konstruktionsprozess<br>• Entwickeln von Baureihen- und Baukastensystemen<br>**III. Rechnerunterstützung in der Konstruktion**<br>• Grundlagen des Rechnereinsatzes in der Konstruktion<br>• Durchgängiger Rechnereinsatz im Konstruktionsprozess<br>• Datenaustausch<br>• Konstruktionssystem \|mfk\|<br>• Einführung von CAD-Systemen und Systemwechsel<br>• Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen<br>**IV. Neue Denk- und Organisationsformen**<br>• Integrierte Produktentwicklung |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | **<u>Fachkompetenz</u>**<br>**Wissen**<br>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:<br>• Wissen über intuitive sowie diskursive Kreativitätstechniken: Brainstorming, Methode 6-3-5, Delphi-Methode oder Konstruktionskataloge<br>• Wissen über Entwicklungsmethoden: Reverse Engineering, Patentrecherche, Bionik, Innovationsmethoden (z. B. TRIZ)<br>• Wissen über methodische Bewertungsmethoden: Technisch-Wirtschaftliche Bewertung, Nutzwertanalyse, Wertanalyse<br>• 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.<br><br>**Lern- bzw. Methodenkompetenz**<br>Die Studierenden sind in der Lage, selbständig die vermittelten Entwicklungsmethoden, Vorgehensmodelle sowie die aufgeführten rechnerunterstützten Methoden und Werkzeuge anzuwenden. Grundlage hierfür bildet das in der Vorlesung vermittelte Hintergrundwissen. Der sichere Umgang beim praktischen Einsatz des Lerninhalts wird durch spezielle Übungseinheiten zu den Themen Entwicklungsmethodik sowie Rechnerunterstützung ermöglicht.<br><br>**Selbstkompetenz**<br>Die Studierenden erarbeiten sich speziell im Übungsbetrieb Organisationsfähigkeiten zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen. Weiterhin nehmen die Studierenden eine objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. bei der Vorstellung eigener Lösungen im Rahmen des Übungsbetriebs) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. bei der Erarbeitung von Lösungen bzw. bei der Kompromissfindung in Gruppenarbeiten) vor.<br><br>**Sozialkompetenz**<br>Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuende und Mitstudierende wertschätzendes Feedback. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack |
| 5 | **Inhalt** | • Einführung in die Technische Produktgestaltung<br>• Baustrukturen technischer Produkte<br>• Fertigungsgerechte Werkstückgestaltung<br>• toleranzgerechtes Konstruieren<br>• kostengerechtes Konstruieren<br>• beanspruchungsgerechtes Konstruieren<br>• werkstoffgerechtes Konstruieren<br>• Leichtbau<br>• umweltgerechtes Konstruieren<br>• nutzerzentrierte Produktgestaltung |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>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:<br>• 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)<br>• Wissen über werkstoffgerechtes Konstruieren (Anforderungs- und Eigenschaftsprofil, wirtschaftliche Werkstoffauswahl, Auswirkung der Werkstoffwahl auf Fertigung, Lebensdauer und Gewicht)<br>• 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)<br>• Wissen über kostengerechtes Konstruieren (Beeinflussung der Lebenslauf-, Herstell- und Selbstkosten in der Produktentwicklung, Auswirkungen der Stückzahl und der Fertigungsverfahren, Entwicklungsbegleitende Kalkulation)<br>• Wissen über nutzerzentrierte Produktentwicklung (Anthropometrie, Nutzerintegration in der Produktentwicklung, |

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

Verstehen
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls Technische Produktgestaltung" verfügen die Studierenden über Verständnisse hinsichtlich der technischen und nicht-technischen Einflussfaktoren und deren Abhängigkeiten bei der Gestaltung technischer Produkte ausgehend von der Produktstruktur bis zur konstruktiven Bauteilgestaltung. Hierbei stehen besonders die folgenden Verständnisse im Fokus:
- Verständnis über die Spezifikation von Toleranzen, Passungen und Oberflächen in Technischen Zeichnungen unter Berücksichtigung deren Auswirkungen auf Fertigung, Montage und den Betrieb des Produktes, hierzu: Verständnis der Vorgehensweise zur Toleranzspezifikation sowie erforderlicher Grundlagen zur Tolerierung von Bauteilen (Allgemeintoleranzen, wirkliche und abgeleitete Geometrieelemente, Hüllbedingung, Unabhängigkeitsprinzip,

Inklusion verschiedener Toleranzarten, Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte, statistische Toleranzanalyse, etc.)
- Verständnis über Fertigung und Montage sowie über die Bedeutung des Design-for-X und insbesondere des fertigungsgerechten Konstruierens im Produktentwicklungsprozess
- Verständnis über die Berücksichtigung nicht-technischer Faktoren, wie beispielsweise Umwelt-, Kosten- und Nutzeraspekten, und deren Wechselwirkungen bei der Gestaltung technischer Produkte.

Anwenden

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

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

Analysieren

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

Evaluieren (Beurteilen)
Anhand der erlernten Grundlagen über unterschiedliche Aspekte des Design-for-X, deren Berücksichtigung bei der Gestaltung technischer Produkte durch Gestaltungsrichtlinien, Methoden, und Vorgehensweisen sowie den dargelegten Möglichkeiten zur Rechnerunterstützung können die Studierenden kontextbezogene Richtlinien für die Gestaltung technischer Produkte in unbekannten Konstruktionsaufgaben auswählen und deren Anwendbarkeit einschätzen. Zudem sind sie in der Lage konträre Gestaltungsrichtlinien aufgabenspezifisch abzuwägen.
Erschaffen
Die Studierenden werden durch die erlernten Grundlagen befähigt, konkrete Verbesserungsvorschläge zu bestehenden Konstruktionen hinsichtlich unterschiedlicher Design-for-X Aspekte eigenständig zu erarbeiten. Zudem sind sie in der Lage technische Produkte so zu gestalten, dass diese verschiedenste technische und nicht-technische Anforderungen (fertigungsbezogene Anforderungen, Kostenanforderungen, Umweltanforderungen, Nutzeranforderungen, etc.) bedienen. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien für neuartige Fertigungsverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung technischer Produkte anzuwenden.
Lern- bzw. Methodenkompetenz
Befähigung zur selbständigen Gestaltung von Produkten und Prozessen gemäß erlernter Vorgehensweisen und Richtlinien sowie unter verschiedensten Design-for-X-Aspekten sowie zur objektiven Bewertung bestehender Produkte und Prozesse hinsichtlich gestellter Anforderungen des Design-for-X.
Selbstkompetenz
Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. Umsetzung der gelehrten Richtlinien des Design-for-X in der Konstruktion) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. Erarbeitung von Lösungen und Kompromissen im interdisziplinären Team).
Sozialkompetenz
Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der

| | | |
|---|---|---|
| | | gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen wertschätzendes Feedback. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

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

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

**Verstehen**

Studierende verstehen die grundlegenden Abläufe und Zusammenhänge in den Bereichen:
- Risikoeinschätzung
- Planungs- und Managementtechniken

- Information, Wissen und Wissensmanagement
- Innovationsmanagement
- Affective Engineering

**Anwenden**

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

**Analysieren**

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

**Evaluieren (Beurteilen)**

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

**Erschaffen**

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

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

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

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

**Lern- bzw. Methodenkompetenz**

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

**Selbstkompetenz**

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

**Sozialkompetenz**

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

| | | |
|---|---|---|
| | | gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuende und Mitstudierende wertschätzendes Feedback. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr.-Ing. Marcel Bartz |
| 5 | **Inhalt** | • Einführung und Motivation<br>• Grundsätzlicher Aufbau und Komponenten<br>• Wälzlagerwerkstoffe und Wärmebehandlung<br>• Wälzkontakt<br>• Belastung und Lastverteilung<br>• Tragfähigkeit und Lebensdauer von Wälzlagern<br>• Kinematik des Wälzlagers<br>• Reibung in Wälzlagern<br>• Schmierung von Wälzlagern<br>• Konstruktive Gestaltung von Wälzlagerungen<br>• Toleranzen in Wälzlagern, Lagersteifigkeit<br>• Fertigung, Montage und Handhabung<br>• Schadenskunde<br>• Neue Entwicklungen in der Wälzlagertechnik |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>**Wissen**<br>Im Rahmen von WLT erlangen die Studierenden praxisorientiert grundlegende Kenntnisse im Bereich der Wälzlagertechnik. Die Studierenden sind vertraut mit Fachbegriffen und können im Einzelnen:<br>• die Hauptfunktionen, Wirkprinzipien und Eigenschaften von Wälzlagern beschreiben.<br>• die Grundkomponenten von Wälzlagern aufzählen<br>• die gängigen rotatorischen und translatorischen Wälzlager nennen<br>• Wissen über die Normung und Nomenklatur im Kontext von Wälzlagern wiedergeben<br>• gängige Wälzlagerwerkstoffe und deren Wärmebehandlung beschreiben<br>• die Hintergründe der der Auslegung von Wälzlagern zugrundeliegenden Festigkeitshypothesen wiedergeben<br>• die Bedeutung der Reibung im Wälzlager beschreiben<br>• die Aufgaben des Schmierstoffs nennen<br>• die Schmierstoffeigenschaften, insbesondere Viskosität und Dichte, beschreiben<br>• gängige Schmierstoffe und Additive aufzählen und Schmierstoffalterung beschreiben<br>• Wissen über Feststoffschmierung, Medienschmierung und Trockenlauf wiedergeben<br>• Möglichkeiten zur Überwachung von Wälzlagern nennen<br>• Gebrauchsspuren und Wälzlagerschäden beschreiben<br>**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 rechnerunterstütze 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<br>• die Ölmenge für die Ölschmierung bestimmen<br>**Analysieren**<br>Die Studierenden können Zusammenhänge anhand verschiedener Anwendungsfälle analysieren und somit:<br>• die Lastverteilung und Wälzkörperbelastung bestimmen<br>• die Kinematik in Einzelkontakten analysieren<br>• die dynamische Tragfähigkeit von Wälzlagern, insbesondere die nominelle, modifizierte und erweiterte modifizierte Lebensdauer bestimmen<br>• die dynamisch äquivalente Lagerbelastung ermitteln<br>• die kinematischen Beziehungen wie Käfigdrehzahl, Wälzkörperdrehzahl oder Überrollungen bestimmen<br>• ein geeignetes Schmierverfahrens sowie einen geeigneten Schmierstoff bestimmen<br>• Schmierstoffverhaltens im konzentrierten Kontakt analysieren<br>**Evaluieren (Beurteilen)**<br>Basierend auf der Analyse der jeweiligen Gegebenheiten können die Studierenden:<br>• den Einfluss von Wälzlagerbauart, Wälzkörperzahl, Lagerlast oder Betriebsspiel auf das Reibungsmoment beurteilen<br>• die konstruktive Gestaltung von Wälzlagerungen bewerten<br>**Erschaffen**<br>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.<br>Lern- bzw. Methodenkompetenz<br>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.<br>Selbstkompetenz<br>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** | 1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

# 2 Höhere Mechanik

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | apl. Prof. Dr. Julia Mergheim<br>Dr.-Ing. Gunnar Possart |
| 5 | **Inhalt** | • Grundlagen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik<br>• geometrische und materielle Nichtlinearitäten<br>• Herleitung und Diskretisierung der schwachen Form in materieller und räumlicher Darstellung<br>• konsistente Linearisierung<br>• iterative Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme<br>• Lösungsverfahren für transiente Probleme<br>• diskontinuierliche Finite Elemente<br><br>• Basic concepts in nonlinear continuum mechanics<br>• Geometric and material nonlinearities<br>• Derivation and discretization of the weak form in the material and spatial configuration<br>• Consistent linearization<br>• Iterative solution methods for nonlinear problems<br>• Solution methods for transient problems<br>• Discontinous finite elements |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• sind vertraut mit der grundlegenden Idee der nichtlinearen Finiten Element Methode<br>• können nichtlineare Probleme der Kontinuumsmechanik modellieren<br>• kennen geeignete Lösungsverfahren für nichtlineare Problemstellungen<br>• kennen geeignete Lösungsverfahren für transiente Probleme<br>The students<br>• are familiar with the basic concept of the finite element method<br>• are able to model nonlinear problems in continuum mechanics<br>• are familiar with solution algorithms for nonlinear problems<br>• are familiar with solution methods for transient problems |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen: Grundkenntnisse in "Kontinuumsmechanik" und der "Methode der Finiten Elemente"<br><br>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.<br><br>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.<br>The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.<br><br>**Organisatorisches:**<br><br>Der Prüfer legt die Unterrichts- und Prüfungssprache in der ersten Lehrveranstaltung nach Rücksprache mit den Studierenden fest.<br><br>The examiner determines the language of instruction and examination in the first lecture after consultation with the students. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (60 Minuten)<br><br>Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (Prüfungsnummer: 42601)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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<br>• Crisfield: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Wiley, 2003 |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| | | Organisatorisches:<br>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter<br>https://www.studon.fau.de/cat5282.html<br>einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.<br>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at<br>https://www.studon.fau.de/cat5282.html.<br>The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br><br>Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 71301)<br><br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Prüfungssprache: Deutsch und Englisch |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 60 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Malvern: Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall 1969<br>• Gurtin: An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press 1981<br>• Bonet, Wood: Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press 1997<br>• Holzapfel: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley 2000 |

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

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

- Die Studierenden kennen die Darstellung eines Systems in physikalischer Darstellung und in Zustandsform.
- Die Studierenden kennen die Darstellung der allgemeinen Lösung eines linearen Systems mit mehreren Freiheitsgraden in Zustandsform.
- Die Studierenden kennen das Verfahren der modalen Reduktion.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Zeitschrittintegration bei beliebiger Anregung.
- Die Studierenden kennen die Definition der Stabilität für lineare Systeme.

Verstehen

- Die Studierenden können ein gegebenes diskretes Schwingungssystem anhand des zugrundeliegenden Differentialgleichungssystems einordnen und klassifizieren.
- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der physikalischen Darstellung und der Zustandsdarstellung und können die Vor- und Nachteile der beiden Darstellungen beschreiben.
- Die Studierenden verstehen die Bedeutung der Fundamentalmatrix und können diese physikalisch interpretieren.
- Die Studierenden verstehen die Idee der modalen Reduktion und können ihre Bedeutung bei der Lösung von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden erläutern.
- Die Studierenden können den Stabilitätsbegriff für lineare Systeme erläutern.

Anwenden

- Die Studierenden können die Bewegungsdifferentialgleichungen eines diskreten Schwingungssystem auf verschiedenen Wegen aufstellen
- Die Studierenden können die entsprechende Zustandsdarstellung aufstellen.
- Die Studierenden können fuer einfache lineare Systeme die Eigenwerte und Eigenvektoren von Hand ermitteln und kennen numerische Verfahren zur Ermittlung der Eigenwerte und -vektoren bei großen Systemen.
- Die Studierenden können aus den Eigenwerten und -vektoren die Fundamentalmatrix bestimmen und für gegebene Anfangsbedingungen die Lösung des freien Systems bestimmen.
- Die Studierenden können ein lineares System mit mehreren Freiheitsgraden modal reduzieren.
- Die Studierenden können die analytische Loesung eines System mit einem Freiheitsgrad für eine geeignete Anregung von Hand bestimmen und damit die Lösung im Zeitbereich und in der Phasendarstellung darstellen.

Analysieren

| | | |
|---|---|---|
| | | • Die Studierenden können problemgerecht zwischen physikalischer Darstellung und Zustandsdarstellung wählen und die entsprechenden Verfahren zur Bestimmung der Eigenlösung und gegebenenfalls der partikulären Lösung einsetzen.<br>Evaluieren (Beurteilen)<br>• Die Studierenden können anhand der Eigenwerte bzw. der Wurzelorte das prinzipielle Lösungsverhalten eines linearen Schwingungssystems beurteilen und Aussagen über die Stabilität eines Systems treffen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen: Kenntnisse aus dem Modul "Dynamik starrer Körper"<br><br>Organisatorisches:<br>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.<br>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.<br>The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br><br>Technische Schwingungslehre (Prüfungsnummer: 71901)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 60 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |

| | | |
|---|---|---|
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Magnus, Popp: Schwingungen, Stuttgart:Teubner 2005 |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker |
| 5 | **Inhalt** | • Kinematik für Systeme gekoppelter starrer Koerper<br>• Dreidimensionale Rotationen<br>• Newton-Euler-Gleichungen des starren Körpers<br>• Bewegungsgleichungen für Systeme gekoppelter Punktmassen/starrer Körper<br>• Parametrisierung in generalisierten Koordinaten und in redundanten Koordinaten<br>• Untermannigfaltigkeiten, Tangential- und Normalraum<br>• Nichtinertialkräfte<br>• Holonome und nicht-holonome Bindungen<br>• Bestimmung der Reaktionsgrößen in Gelenken<br>• Indexproblematik bei numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Bewegungsgleichungen mit Bindungen<br>• Steuerung in Gelenken<br>• Topologie von Mehrkörpersystemen |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>Die Studierenden:<br>• kennen das innere, äußere und dyadische Produkt von Vektoren.<br>• kennen die einfache und zweifache Kontraktion von Tensoren.<br>• kennen den Satz von Euler für die Fixpunktdrehung.<br>• kennen mehrere Möglichkeiten, dreidimensionale Rotationen zu parametrisieren (etwa Euler-Winkel, Cardan-Winkel oder Euler-Rodrigues-Parameter).<br>• kennen die Problematik mit Singularitäten bei Verwendung dreier Parameter.<br>• kennen die SO(3) und so(3).<br>• kennen den Zusammenhang zwischen Matrixexponentialfunktion und Drehzeiger.<br>• kennen die Begriffe Untermannigfaltigkeit, Tangential- und Normalraum.<br>• kennen die Begriffe Impuls und Drall eines starren Körpers.<br>• kennen den Aufbau der darstellenden Matrix des Trägheitstensors eines starren Körpers.<br>• kennen den Satz von Huygens-Steiner.<br>• 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 eingeprägten 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 Poinsot-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.<br>• können Rotationen aktiv und passiv interpretieren.<br>• können allgemein mit generalisierten Koordinaten umgehen.<br>• können die Winkelgeschwindigkeit zu einer gegebenen Parametrisierung der Rotationsmatrix berechnen.<br>• können zu einer gegebenen Untermannigfaltigkeit Normal- und Tangentialraum bestimmen.<br>• können den Impuls- und Drallsatz auf starre Körper anwenden.<br>• können die Bindungen auf Lage-, Geschwindigkeits und Beschleunigungsebene bestimmen.<br>• können die Bewegungsgleichungen dynamischer Systeme in minimalen generalisierten Koordinaten aufstellen.<br>• können die Bewegungsgleichungen dynamischer Systeme in redundanten Koordinaten aufstellen.<br>• können letztere in erstere überführen.<br>• können die Lagrange-Multiplikatoren sowie die zugehörigen Reaktionskräfte systematisch als Funktion der Lage- und Geschwindigkeitsgrößen berechnen.<br>• können geeignete Nullraum-Matrizen finden.<br>• können die Reaktionskräfte in den Bewegungsgleichungen via Nullraummatrix eliminieren.<br>• können das Verfahren der Indexreduktion auf die Bewegungsgleichungen in redundanten Koordinaten anwenden.<br>• können den Index alternativer Formulierungen der Bewegungsgleichungen (etwa GGL-Formulierung) berechnen.<br>• können das Phänomen des Wegdriftens durch Projektionsverfahren oder Baumgarte-Stabilisierung unterbinden.<br>• können die translatorische und rotatorische Energie eines starren Körpers berechnen.<br>• können Hauptträgheitsmomente und -richtungen via Hauptachsentransformation ermitteln.<br>• können Trägheitsmomente einfacher Körper durch Volumenintegration berechnen.<br>• können den Satz von Huygens-Steiner anwenden.<br>• können den Freiheitsgrad holonomer Systeme bestimmen.<br>• können skleronome und rheonome Gelenke modellieren.<br>• können Mehrkörpermodelle topologisch und kinematisch klassifizieren.<br>• können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) durch Differentiation verfizieren.<br>• können die dynamische rechte Seite der Bewegungsgleichungen in Matlab implementieren und mit Standard-Zeitintegrationsverfahren lösen.<br>• können die Beweise der wichtigsten mathematischen Sätze eigenständig führen. |

| | | |
|---|---|---|
| | | Analysieren<br>Die Studierenden:<br>• können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) eigenständig durch Integration bestimmen.<br>• können die Auswirkungen der Zentrifugalmomente eines starren Körpers bei der Auslegung von Maschinen qualitativ und quantitativ beurteilen.<br>Erschaffen<br>Die Studierenden:<br>• können Mehrkörpermodelle realer Maschinen mit starren Körpern, Kraftelementen und Gelenken selbstständig aufbauen.<br>• können deren Dynamik durch numerische Simulation analysieren. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen: Modul Dynamik starrer Körper |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Schiehlen, Eberhard: Technische Dynamik. Teubner, 2004<br>• Woernle: Mehrkörpersysteme. Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper. Springer, 2011 |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Kai Willner |
| 5 | **Inhalt** | Numerische Modalanalyse<br>• Numerische Lösung des Eigenwertproblems<br>• Modale Reduktion<br>• Dämpfungs-, Massen- und Punktmassenmatrizen<br>• Lösung der Bewegungsgleichungen, Zeitschrittintegration<br>*Experimentelle Modalanalyse<br>• Grundlagen der Signalanalyse: Fourier-Transformation, Aliasing, Leakage<br>• Experimentelle Analyse im Zeit- und Frequenzbereich |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Wissen<br>• Die Studierenden kennen die analytische Lösung für die freie Schwingung einfacher Kontinua wie Stab und Balken.<br>• Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems.<br>• Die Studierenden kennen die Methode der modalen Reduktion.<br>• Die Studierenden kennen verschiedene Möglichkeiten der Dämpfungsbeschreibung.<br>• Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen der konsistenten Massenmodellierung und Punktmassen.<br>• Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Zeitschrittintegration.<br>• Die Studierenden kennen die Grundlagen der Signalanalyse im Frequenzbereich auf der Basis der Fouriertransformation.<br>• Die Studierenden kennen die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der numerischen und experimentellen Modalanalyse.<br>• Die Studierenden kennen die prinzipielle Vorgehensweise bei der experimentellen Modalanalyse sowie die entsprechenden Fachtermini.<br>• Die Studierenden kennen verschiedene Messaufnehmer und Anregungsverfahren.<br>• Die Studierenden kennen die verschiedenen Übertragungsfrequenzgänge und Verfahren zur Bestimmung der modalen Parameter.<br>• Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Überprüfung der Linearität eines Systems.<br>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.<br>• Die Studierenden können eine numerische Lösung im Zeitbereich anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Zeitschrittweite etc. kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen.<br>• Die Studierenden können das Ergebnis einer Fourier-Signalanalyse kritisch beurteilen, eventuelle Fehler bei der Messung erkennen und sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung aufzeigen.<br>• Die Studierenden können die experimentell ermittelten modalen Parameter anhand verschiedener Kriterien wie zum Beispiel MAC-Werte beurteilen.<br>• Die Studierenden können die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Modalanalyse anhand von Linearitätstests überprüfen und beurteilen.<br>• Die Studierenden können die Ergebnisse einer numerischen und experimentellen Modalanalyse kritisch vergleichen, qualifizierte Aussagen über die jeweilige Modellgüte machen und gegebenenfalls Vorschläge zur Verbesserung machen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen: Kenntnisse aus dem Modul "Technische Schwinungslehre (TSL)"<br><br>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** | 2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (60 Minuten)<br><br>Numerische und experimentelle Modalanalyse (Prüfungsnummer: 72651)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet |

| | | |
|---|---|---|
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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<br>• Bathe, K.; Finite-Elemente-Methoden. Berlin, Springer, 2001<br>• Ewins, D.J.: Modal Testing. Research Studies Press, 2000 |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| | | • are familiar with the basic concept of variational formulations and how to solve them within a finite element framework |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen: Kenntnisse aus den Modulen "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre" und "Lineare Kontinuumsmechanik"<br><br>Organisatorisches:<br>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.<br>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.<br>The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.<br><br>Organisatorisches:<br>Der Prüfer legt die Unterrichts- und Prüfungssprache in der ersten Lehrveranstaltung nach Rücksprache mit den Studierenden fest.<br>The examiner determines the language of instruction and examination in the first lecture after consultation with the students. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br><br>Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 72601)<br><br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |

| | | |
|---|---|---|
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch oder Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Betten: Kontinuumsmechanik, Berlin:Springer 1993<br>• Altenbach, Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Stuttgart:Teubner 1994 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97278 | **Geometric Numerical Integration** | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Geometric Numerical Integration (2 SWS) | 5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker<br>Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker<br>Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro |
| 5 | **Inhalt** | • <br>  ◦ Existence and uniqueness of solutions<br>  ◦ Flows<br>• <br>  ◦ Recurrences<br>  ◦ Error, stability, convergence<br>  ◦ Numerical quadrature<br>  ◦ Runge-Kutta (RK) and collocation methods<br>  ◦ Adjoints and composition<br>• <br>  ◦ Conditions for RK and collocation methods<br>  ◦ Discrete gradient methods<br>• <br>  ◦ Hamilton’s principle and Euler-Lagrange equations<br>  ◦ Hamilton’s equations and symplecticity<br>  ◦ Generating functions<br>  ◦ Noether’s theorem<br>• <br>  ◦ Symplectic RK methods<br>  ◦ Discrete Hamilton’s principle and variational integrators<br>  ◦ Discrete Noether’s theorem<br>• <br>  ◦ Variational error<br>  ◦ Backward error analysis and symplecticity<br><br>In this lecture, numerical integration methods that preserve the geometric properties of the flow of a differential equation are presented. The course is divided into two parts.<br><br>In the first part, we provide an overview of numerical integration of IVPs of ODEs. We will begin with a review of the basics of ODEs, followed by the introduction of concepts of numerical integration such as error and convergence rate.Several integration methods such as RK and collocation methods will be presented and analysed.<br><br>In the second part, we explore the conservation properties of these methods and the geometric structure underlying many important systems. Conditions for the preservation of first integrals are derived |

| | | |
|---|---|---|
| | | and proven, followed by a brief introduction into symmetric methods. Next, we provide an overview of Lagrangian and Hamiltonian mechanics and some insight on the geometric structure of these systems (symplecticity, Noether's theorem). Finally, we introduce the concept of symplectic integration and the construction of variational integrators. To conclude, we will present and discuss some important results explaining the properties of these.<br><br>During the course, an introduction to Python will be given to help the students implement these methods and test their properties. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | The students<br><br>• understand what an ordinary differential equation is<br>• know what an initial value problem is, when a solution exists and when it is unique<br>• know what a numerical solution to an initial value problem is<br>• can characterise a numerical method in terms of error and convergence<br>• know standard numerical integration techniques (quadrature, Runge-Kutta methods, collocation, composition…)<br>• are familiar with the concept of first integral / conserved quantity<br>• can argument about the conservation properties of the previously introduced methods<br>• are familiar with Lagrangian and Hamiltonian systems<br>• are familiar with Noether's theorem<br>• are familiar with the concept of symplecticity and its relation with Hamiltonian flows<br>• know how to characterise basic symplectic integrators<br>• are familiar with discrete Lagrangian systems<br>• can construct simple variational integrators<br>• understand the concept of backward error analysis |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Recommended: solid mathematical background, notions of programming, Lagrangian mechanics and ordinary differential equations. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich (30 Minuten)<br>Übungsleistung<br><br>Three graded reports<br>Oral exam (30 min) |

| | | |
|---|---|---|
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | mündlich (50%)<br>Übungsleistung (50%)<br><br>In order to pass the course, students must submit three compulsory reports on given assignments AND pass the oral exam.<br><br>The first report consists on performing some simple coding task.<br><br>The second and third reports will be graded according the degree of completion of the tasks and the quality and clarity of the explanations and conclusions provided.<br><br>The weighting for the final mark is as follows<br><br>First report: 10%<br>Second report: 20%<br>Third report: 20%<br>Oral exam: 50% |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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.<br>• E. Hairer, S. Nørsett, and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. I Nonstiff problems. Springer, 1993.<br>• E. Hairer and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. II Stiff and differential-algebraic problems. Springer, 2010.<br>• J. E. Marsden and M. West, Discrete mechanics and variational integrators. Acta Numerica, 2001.<br>• E. Hairer, C. Lubich and G. Wanner. Geometric numerical integration illustrated by the StörmerVerlet method. Acta Numerica, 2003.<br>• E. Süli and D. F. Mayers, An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, 2003. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>92861 | **Computational Multibody Dynamics** | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Computational multibody dynamics (4 SWS) | 5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker<br>Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco<br>Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker |
| 5 | **Inhalt** | • Dynamics of systems of particles<br>• Particle interactions as one-dimensional force laws<br>• Potential forces<br>• Numerical methods for ordinary differential equations<br>• Ideal bilateral constraints<br>• Numerical methods for differential-algebraic equations<br>• Unilateral constraints and the description of frictional contact<br>• Numerical methods for mechanical systems with frictional contact<br>• Dynamics of systems of rigid bodies<br>• Parametrization of rotations<br>• Relative kinematics and recursive kinematic algorithm<br>• Inverse kinematics and inverse dynamics |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | The students will:<br>•<br>  ◦ Potential forces<br>  ◦ Springs, dampers, motors<br>  ◦ Contact with Coulomb friction<br>• implement own simulations for multibody systems in Python (or similar).<br>The students should:<br>• learn how to derive the equations of motions of a multibody system<br>• familiarize themselves with basic numerical methods for solving ODEs,<br>• be able to use ODE-solver for the numerical solution of the equations of motion,<br>• know how to describe a multibody system that is subject to ideal constraints,<br>• understand numerical schemes for the simulation of systems with frictional contact,<br>• understand how kinematic and dynamic quantities of a multibody system can be computed recursively,<br>• know different possible parametrizations of rotations,<br>• can use different parametrizations of rotations to describe and implement the free rigid body and spherical joints,<br>• 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,<br>• know Lagranges equations of the first kind<br>• be able to describe a multibody system with redundant coordinates by modeling joints as ideal constraints<br>• implement own simulations for complex multibody systems,<br>• familiarize themselfs with numerical schemes for the simulation of constrained multibody systems,<br>• understand the object-oriented code structure for the implementation of a simulation software for multibody systems,<br>• be able to perform simulations of multibody systems with the software developed during the course |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | recommended: knowledge of rigid body dynamics, e.g., the module "dynamics of rigid bodies" ("Dynamik starrer Körper")<br><br>recommended basic knowledge of:<br>• dynamical equations of motion<br>• linear vector algebra<br>• programming in Python, Matlab or similar |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Übungsleistung (30 Minuten)<br>mündlich (30 Minuten)<br>• Programming projects (typically two) during the lecture period with graded reports<br>• Oral exam (30 min) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Übungsleistung (50%)<br>mündlich (50%)<br>• Reports: 50%<br>• Oral exam: 50% |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

# 3 Lasertechnik

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr. Kristian Cvecek |
| 5 | **Inhalt** | • Physical phenomena applicable in Laser Technology: EM waves, Beam Propagation, Beam Interaction with matter<br>• Fundamentals of Laser Technology: Principals of laser radiation, types and theoretical understanding of various types of lasers<br>• Laser Safety and common applications: Metrology, Laser cutting, Laser welding, Surface treatment, Additive Manufacturing<br>• Introduction to ultra-fast laser technologies<br>• Numerical exercises related to above mentioned topics<br>• Demonstration of laser applications at Institute of Photonic Technologies (LPT) and Bavarian Laser Centre (blz GmbH)<br>• Possible Industrial visit (e.g. Trumpf GmbH, Stuttgart)<br>• Optional: invited lecture about a novel laser application |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | The student<br>would know the fundamental principles involved in the development of lasers.<br>will understand the design and functionality of various types of lasers, and be able to comprehend laser specifications.<br>will be able to design and analyse a free spac<br>e laser beam propagation setup.<br>will gain knowledge about basic optical components used in laser setups such lenses, mirrors, polarizers, etc.<br>would be able to understand the basic interaction phenomena during laser-matter interaction processes.<br>would be able to determine the advantages and disadvantages of using laser process for industrial applications.<br>will know and be able to apply the safety principles while handling laser setups.<br>will be familiar with several most common industrial application of laser for material processing such as cutting, welding, material ablation, additive manufacturing.<br>will be familiar with metrological applications of lasers.<br>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** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau<br>International Production Engineering and Management 20222<br>3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| | | können lernende darstellen, ebenso wie dafür geeignete Systeme zur Strahlführung, -formung und Anwendungen mit dazugehörigen Anlagenbeispielen. Die Lernenden können über neueste Entwicklungen bei Strahlquellen und Laseranlagen berichten. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich<br>mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20 |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | mündlich (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Mathias Glasmacher |
| 5 | **Inhalt** | • Einleitung mit Überblick Medizintechnik und Einführung in die Grundsätzliche Eigenschaften der Laserstrahlung<br>• Systemtechnik, Strahlführung und Strahlformung von medizinischen Lasersystemen<br>• Wechselwirkung Laserstrahlung Gewebe<br>• Anwendungen des Lasers in der Medizin<br>• 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.<br>• Die Lernenden können die besonderen Herausforderungen der Medizin an die Lasertechnik erläutern.<br>• Die Lernenden können Anwendungen des Lasers in der Medizin mit Schwerpunkt auf die Ophthalmologie darstellen.<br>• Die Lernenden können Lösungsansätzen für medizinische Aufgabenstellungen im Bereich der Lasertechnik erarbeiten.<br>• Die Lernenden können die Vorteile der Lasertechnik bei der Lösung medizinischer Problemstellungen erklären.<br>• Die Lernenden können die Besonderheiten der Laserstrahlwechselwirkung mit Gewebe erläutern.<br>• Die Lernenden können die Problematik der Zulassung medizinischer Laseranlagen und deren Berücksichtigung bei der Entwicklung erläutern. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich<br>mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20 |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | mündlich (100%) |

| | | |
|---|---|---|
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Peter Hoffmann |
| 5 | **Inhalt** | 1.Programmierung von Laseranlagen, Führungsverhalten<br>2.Erzeugung von Verfahrbefehlen und deren Umsetzung in eine Vorschubbewegung<br>3.Kommunikationstechniken für die Steuerung und Automatisierung von Laseranlagen<br>4.Neuere Entwicklungen für Laserroboter"<br>5.Spanntechnik für das Laserstrahlschneiden<br>6.Spanntechnik für das Laserstrahlfügen<br>7.Sicherheit von Laseranlagen<br>Exkursion zur ERLAS GmbH |
| 6 | **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** | 3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97281 | **Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin**<br>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<br>Dr.-Ing. Florian Klämpfl | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt |
| 5 | **Inhalt** | Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin:<br>• Anwendung des Lasers in verschiedenen Fertigungsprozessen<br>• Strahlführung und Formung<br>• Simulation von Laserprozessen<br>• Erzeugung ultrakurzer Laserpulse und deren Anwendung<br>• Anwendung des Lasers in der Augenheilkunde und zur Gewebebearbeitung |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin:<br>Die Studierenden beschreiben die Mechanismen bei der Interaktion von Laserstrahlung mit Materie. Darüber hinaus abstrahieren die Studierenden die besonderen Herausforderungen bei der Anwendung von Lasern in der Fertigung. Die Studierenden klassifizieren ferner die Messprinzipien auf der Mikro- u. Nanoskala und vergleichen die Prinzipien der Strahlführung und Strahlformung. Die Studierenden stellen außerdem die Erzeugung ultrakurzer Laserpulse dar und die Studierenden fassen die Grundlagen und Anwendungsgebiete der Simulation in der Lasertechnik zusammen. Die Studierenden schildern die Herausforderungen der Medizin an die Lasertechnik und veranschaulichen die Vorteile des Lasers in der Ophthalmologie und der Gewebebearbeitung. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |

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

# Hochschulpraktikum

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94891 | **Praktikum Technische Mechanik**<br>Laboratory course: Applied mechanics | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Praktikum: Masterpraktikum Technische Mechanik (4 SWS)<br>Sonstige Lehrveranstaltung: Tutoreneinführung zum Praktikum Technische Mechanik (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>- |
| 3 | Lehrende | Emely Schaller<br>Dr. Anahita Ahmadi Soufivand | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Kai Willner |
| 5 | **Inhalt** | Einführung in das Programmpaket Abaqus<br>• Modellverwaltung, Geometrieerstellung, Diskretisierung<br>• Definition von Lasten und Randbedingungen<br>• Definition von Kontakten<br>Linear-elastische Analysen<br>• Verformungen, Verzerrungen und Spannungen<br>• Einfluss von Elementtyp und Netzdichte<br>Nichtlineare Analysen<br>• Große Deformationen und Plastizität<br>• Kontaktprobleme<br>Dynamische Analyse<br>• Eigenwertberechung<br>• Nichtlineares Kontaktproblem im Zeitbereich<br>UserElemente<br>• Steifigkeits- und Massenmatrix eines HEX8-Elements in MATLAB<br>• Postprocessing |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• kennen den grundlegenden Aufbau eines kommerziellen FE-Programmsystems<br>• können problemangepasste FE-Modelle erstellen<br>• können problemangepasste Lasten und Randbedingungen definieren<br>• verstehen den konzeptionellen Unterschied zwischen linearen und nichtlinearen Beanspruchungsanalysen<br>• können problemorientiert einen geeigneten Lösungsalgorithmus auswählen<br>• können die Berechnungsergebnisse bewerten, kritisch hinterfragen und gezielt Modellanpassungen durchführen<br>• können isoparametrische Elementdefinitionen als User-Element in einen gegebenen FE-Code implementieren, überprüfen und bewerten |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Für diese Lehrveranstaltung ist eine Anmeldung erforderlich.<br>Die Anmeldung erfolgt über: StudOn<br>http://www.studon.uni-erlangen.de/cat5283.html |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung<br><br>Praktikum Technische Mechanik (Prüfungsnummer: 48911)<br>Studienleistung, Praktikumsleistung<br>Leistungsschein wird nach vollständigen An- und Abtestat aller Versuche (mit Versuchsberichten) ausgestellt |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)<br>unbenotet |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 15 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94892 | **Praktikum Technische Dynamik**<br>Laboratory course: Applied dynamics | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker |
| 5 | **Inhalt** | The experiments in this course involve, among others, performing numerical simulations using Matlab, studying coupled pendulums (including the beat phenomenon), analyzing a gyroscope (Lagrange's top), controlling a two-wheeled balancing robot, and programming an articulated robot arm.<br>==========<br>Die Versuche umfassen unter anderem numerische Simulationen mit Matlab, Untersuchung eines gekoppelte Pendels (inklusive Schwebung), ein Gyroskop (Lagrange-Kreisel), einen balancierenden Roboter auf zwei Rädern, sowie die Programmierung eines Knickarmroboters. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Subject matter expertise<br><br>**Knowledge**<br>Students will have knowledge of fundamental real-world mechanical systems and how to simulate them using mathematical models.<br><br>**Understanding**<br>Students will understand why a mathematical model can never precisely replicate reality.<br><br>**Application**<br>Students will be able to develop a mathematical model for a given dynamic system and apply it using numerical methods.<br><br>**Analysis**<br>Students will be able to analyze deviations between measurement data and numerical simulation results.<br><br>**Evaluation (Assessment)**<br>Students will be able to validate numerical simulation results and identify model parameters.<br><br>**Creation**<br>Students will be able to develop a sufficiently accurate mathematical model for a new, complex dynamic system, compare it to real measurement data through numerical simulation, and improve it if necessary. |

| | | |
|---|---|---|
| | | ========== <br><br> Fachkompetenz <br><br> **Wissen** <br> Die Studierenden kennen grundlegende reale mechanische Systeme und Möglichkeiten, diese mit Hilfe mathematischer Modelle zu simulieren. <br><br> **Verstehen** <br> Die Studierenden verstehen, warum ein mathematisches Modell nie die Realität exakt abbilden kann. <br><br> **Anwenden** <br> Die Studierenden können für ein gegebenes dynamisches System ein mathematisches Modell entwerfen und dieses mit Hilfe numerischer Methoden anwenden. <br><br> **Analysieren** <br> Die Studierenden können Abweichungen der Messdaten von den numerischen Simulationsergebnissen analysieren. <br><br> **Evaluieren (Beurteilen)** <br> Die Studierenden können numerische Simulationsergebnisse validieren und Modellparameter identifizieren. <br><br> **Erschaffen** <br> Die Studierenden können zu einem neuen, komplexen dynamischen System ein hinreichend genaues mathematisches Modell bilden, dieses durch numerische Simulation mit realen Messdaten vergleichen und ggf. verbessern. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 <br> Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung <br> This course includes several experiments, including pure programming as well as several real-world experiments. To receive credit for the course, students must successfully complete all experiments. <br><br> Der Kurs besteht aus mehreren Versuchen, das schließt sowohl reine Programmierversuche als auch Versuche mit realen Experimenten ein. Zum Scheinerwerb müssen alle Versuche bestanden sein. |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94893 | **Praktikum Lasertechnik**<br>Laboratory: Laser technology | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Praktikum: Masterpraktikum Lasertechnik (2 SWS) | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Richard Rothfelder<br>Karen Schwarzkopf<br>Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt | |

| | | |
|---|---|---|
| 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:<br>• Lasertechnische Grundlagen (Vorlesung)<br>• Diodengepumpte Festkörperlaser<br>• Simulation von Laserprozessen<br>• Laserbasierte Additive Fertigung<br>• Sensorik in der Laserbearbeitung<br>• Materialbearbeitung mit Ultrakurzpuls-Lasern<br>• Optische Kohärenztomografie |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden...<br>• sind mit den Grundlagen experimentellen Arbeitens vertraut<br>• können Probleme welche beim Einsatz von Laserstrahlung in der Praxis auftreten zusammenfassen<br>• können darstellen welche Prozessparameter in der realen Anwendung zu welchen Ergebnissen führen<br>• können beschreiben wie ein Lasermaterialbearbeitungsprozess simuliert werden kann<br>• kennen Sicherheitsvorkehrungen welche beim Einsatz von Laserstrahlung beachtet werden müssen<br>• können die Anwendung ultrakurzer Laserpulse in der Praxis erläutern |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung<br>• Zum Bestehen müssen 4 Praktikumsberichte verfasst und diese abgenommen worden sein.<br>• Die Struktur der Berichte und die Berichtslänge (5 - 15 DIN A4 Seiten) ist je nach Versuch und Gruppe unterschiedlich. |

| | | |
|---|---|---|
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 20 h<br>Eigenstudium: 55 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94894 | **Praktikum Umformtechnik**<br>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.<br><br>Ablauf:<br>1. Vorbereitung auf den Einzelversuch anhand des Skriptes und der empfohlenen Literatur<br>2. Durchführung eines elektronischen Antestats<br>3. Durchführung des Einzelversuches<br>4. Anfertigen einer schriftlichen Ausarbeitung zu den erzielten Versuchsergebnissen<br>5. Ggf. Nachbesserung nach Durchsicht<br>6. Erteilung des Abtestats jedes Einzelversuchs auf StudOn<br>7. Scheinerwerb durch Lernfortschritt auf StudOn |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>• Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte Fertigungsverfahren der Umformtechnik zu beschreiben.<br>• Die Studierenden können Vorgehensweise und Prinzip ausgewählter Methoden zur Werkstoffcharakterisierung auflisten und darlegen.<br>Verstehen<br>• Die Studierenden sind in der Lage, die behandelten Verfahren der Fertigungstechnologie und Werkstoffcharakterisierung darzulegen und zu verstehen.<br>Analysieren<br>• 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: 3 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung<br>Die Prüfungsleistung wird durch Ableistung von allen 5 Praktikumsversuchen bestehend aus Antestat, Versuchsdurchführung und Abtestat (Bericht) erbracht. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94895 | **Praktikum FAPS**<br>Laboratory course: FAPS | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Praktikum: Praktikum FAPS (2 SWS) | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Dr.-Ing. Alexander Kühl<br>Nina Merz<br>Roman Hahn<br>Christoph Hecht<br>Lukas Gugel<br>Christian Voigt<br>Martin Barth | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **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<br>Zur Belegung des Moduls wird in StudOn einer der folgenden Kurse gewählt:<br>• Praktikum Durchgängiges Engineering [PDE]<br>• Praktikum Elektromaschinenbau [EMB-P]<br>• Praktikum energieeffiziente Produktion [EEP] Im SoSe zusätzlich:<br>• Praktikum industrielle Entwicklung [PiE]<br>• Produktionstechnologien dreidimensionaler Schaltungsträger [ProMID]<br>• 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** | Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung<br>Praktikumsleistung:<br>- 5 Versuche, je Versuch ist ein Protokoll mit ca. 5-10 Seiten abzugeben.<br>- Vor jedem Versuch erfolgt eine Überprüfung der ausreichenden Kenntnis der Versuchsbedingungen im Rahmen einer ca. 10 minütigen mündlichen Prüfung |

| | | |
|---|---|---|
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94896 | **Praktikum Ressourceneffiziente Produktion**<br>Laboratory course: REP | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Praktikum: Masterpraktikum Ressourceneffiziente Produktion (Zerspanung) (2 SWS) | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Jan Selzam<br>Jan Reichinger<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Nico Hanenkamp |
| 5 | **Inhalt** | Das Praktikum dient zur Vertiefung der im Studium theoretisch gelehrten Inhalte im Bereich Operation Exzellenz und ressourceneffiziente Produktionssysteme:<br>1. Prinzipien und Elemente eines Just-In-TimeProduktionssystems:<br>• Fließprinzip<br>• Taktprinzip<br>• Ziehprinzip<br>• Null-Fehlerprinzip<br>2. Methoden und Werkzeuge zur operativen Produktionsoptimierung<br>• Wertstromanalyse<br>• Austaktung von Prozessen<br>3. Grundlagen des Maschinellen Lernens<br>• Prozesskette zur Datenanalyse<br>• Praktische Datenanalyse mit ML-Algorithmen an einem Prüfstand |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>Die Studierenden:<br>• kennen die Kernelemente eines schlanken Unternehmens<br>• kennen der Kernelemente des JIT-Produktionssystems<br>• kennen der verschiedenen Prinzipien der Fertigungsteuerung<br>• kennen die Ursachen für Nachfrageschwankungen in der Produktion<br>• kennen die Prozesskette der Datenaufnahme und die notwendigen Werkzeuge für die Anwendung des Maschinellen Lernens (ML)<br>• kennen die Potentiale für den Einsatz von ML-Algorithmen<br>Verstehen<br>Die Studierenden:<br>• verstehen das JIT Produktionssystem<br>• verstehen den Unterschied zwischen Tätigkeit mit Verschwendung und mit Wertzuwachs<br>• verstehen den Unterschied zwischen auftragsbezogener und anonymer Bestellung<br>• verstehen die Materialflussprinzipien entsprechend des LEAN Gedanken<br>• verstehen den Unterschied zwischen einer Push- und Pull-Steuerung<br>• verstehen die Ursachen der Nivellierung der Produktion |

| | | |
|---|---|---|
| | | • verstehen das Arbeitsverteilungsdiagramm<br>• verstehen das Prinzip des ML<br>Anwenden<br>Die Studierenden:<br>• können die verschiedenen Verschwendungsarten im Wertstrom erkennen<br>• können den Kundentakt und die benötigte Mitarbeiteranzahl berechnen<br>• können einen einfachen Wertstrom dokumentieren und ein Soll-Wertstromdesign gestalten<br>• können die Austaktung mehrerer Prozesse im Wertstrom vornehmen (inklusive Zykluszeitermittlung, etc.)<br>• können einfache Aufgabenstellungen aus dem Bereich ML bearbeiten |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 3 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung<br>Die Prüfungsleistung wird durch Ableistung der fünf Praktikumsversuche bestehend aus Antestat, Versuchsdurchführung und Abtestat (Bericht) erbracht. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94897 | **Praktikum Fertigungsmesstechnik**<br>Laboratory course: Manufacturing metrology | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Praktikum: PR FMT (2 SWS) | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte |
| 5 | **Inhalt** | Das Praktikum besteht aus folgenden fünf Versuchen:<br><br>**Mikro- und Nanomesstechnik (MNMT)** https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_5<br>Beschreibung von grundlegenden Eigenschaften und Besonderheiten der Mikro- und Nanomesstechnik,<br>Einführung in die Grundlagen der Rastersondenmikroskopie,<br>Aufzeigen der Vorteile und Grenzen der Rastersondenmikroskopie,<br>Aufnehmen und Darstellen kleinster Strukturen in einem Bereich von < 0,5 µm unter Verwendung eines Rastersondenmikroskops.<br><br>**Röntgen-Computertomografie (RCT)** https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_10<br>Einführung in die Verwendung der Röntgencomputertomografie für die geometrische Messtechnik,<br>Simulation röntgencomputertomografischer Messungen mit aRTist (Software der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung),<br>Messtechnische Auswertung röntgencomputertomografischer Messdaten mit VG StudioMax<br><br>**Streifenlichtprojektionsmesstechnik (SLPMT)** https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_11<br>Einführung in die physikalischen und technischen Grundlagen zur Streifenlichtprojektionsmesstechnik,<br>Aufzeigen von Vorteile sowie Grenzen dieser Messtechnik,<br>Durchführung von Messungen zu typischen Messaufgaben der Streifenlichtprojektions-messtechnik unter Verwendung geeigneter Bauteile,<br>Eigenständige Bearbeitung praktischer Übungen zur Aufnahme von Oberflächen unter Verwendung der Streifenlichtprojektions-messtechnik.<br><br>**Taktile Formmesstechnik (TFMT)** https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_12<br>Einführung in die dimensionelle bzw. geometrische Formmesstechnik am Beispiel der Rundheitsmessung eines Motorkolbens,<br>Kennenlernen zwei unterschiedlicher Messverfahren (manuelle Messung unter Verwendung von Prismen und inkrementellen Feinzeigers, maschinelle Messung mittels Formmessgerät),<br>Auswertung und Vergleich der beiden Messverfahren zur Formmesstechnik. |

| | | |
|---|---|---|
| | | **Optische Messung von Mikrobauteilen (OMM)** https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_7<br>Einführung in die dimensionelle bzw. geometrische, optische Mikrokoordinatenmesstechnik,<br>Kennenlernen und Anwenden der Bild-verarbeitungssensorik des Multisensormessgerätes Werth Videocheck IP 250 mit Auflösungen im Bereich 0,1 µm für verschiedene Messaufgaben an einer Leiterplatte und einem Drehteil,<br>Darstellen und Auswerten der Messergebnisse,<br>Messunsicherheits-betrachtung für das Messverfahren. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | **Mikro- und Nanomesstechnik (MNMT)**<br>Die Studierenden<br>• kennen die Haupteinsatzgebiete der Mikro- und Nanomesstechnik sowie verschiedene Messverfahren innerhalb dieses Messgebietes,<br>• kennen die grundlegende Wirkweise und den Aufbau eines Rastersondenmikroskops,<br>• kennen die Grenzen sowie die technischen Einschränkungen dieser Messtechnik,<br>• können Strukturen mit einem Rastersondenmikroskop erfassen und die Ergebnisse angemessen darstellen.<br>**Röntgen-Computertomografie (RCT)**<br>Die Studierenden<br>• können den Aufbau, die Funktionsweise und die physikalischen Grundlagen eines industriellen Computertomografiesystems erklären (Anlagentechnik, Eigenschaften und Wechselwirkung von Röntgenstrahlung, Rekonstruktion),<br>• können die messtechnische Auswertung und Verwendung der rekonstruierten Volumendaten erklären (Segmentierung, Merkmalsauswertung),<br>• kennen die verschiedenen messtechnischen Artefakte bei der Verwendung der Röntgencomputertomografie und Möglichkeiten zu ihrer Begrenzung,<br>• können unter Verwendung der Software aRTist eine röntgencomputertomograf ische Simulation starten und die entstehenden Volumendaten mit VG Studio Max auswerten.<br>**Streifenlichtprojektionsmesstechnik (SLPMT)**<br>Die Studierenden<br>• können den Aufbau, die Funktionsweise und die technischen Komponenten eines Streifenlichtprojektions-messsystems beschreiben und erklären,<br>• kennen die Grenzen dieser Messtechnik in Bezug auf die Oberflächenbeschaffenheit und die Form der zu messenden Bauteile,<br>• 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.<br>**Taktile Formmesstechnik (TFMT)**<br>Die Studierenden<br>• kennen die Haupteinsatzgebiete der taktilen Formmesstechnik,<br>• kennen die grundlegende Funktionsweise und die prinzipiellen Unterschiede und Grenzen der einzelnen Rundheitsmessverfahren,<br>• können die Rundheit an Werkstücken erfassen,<br>• können die Messergebnisse darstellen und angemessen bewerten.<br>**Optische Messung von Mikrobauteilen (OMM)**<br>Die Studierenden<br>• kennen grundlegende Messverfahren der Mikrokoordinatenmesstechnik,<br>• können unter Anleitung verschiedene Messaufgaben mit dem Werth Videocheck IP 250 durchführen,<br>• können die Messergebnisse angemessen darstellen und die Einflüsse auf das Messergebnis benennen,<br>• können eine einfache Messunsicherheitsbetrachtung nach GUM (Guide tot he Expression of Uncertainty in Measurement) durchführen und ein vollständiges Messergebnis angeben. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung<br>Die Praktikumsleistung wird durch Ableistung der 5 Praktikumsversuche bestehend aus Antestat, Versuchsdurchführung und Abtestat (Bericht) erbracht. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94898 | **Praktikum Kunststofftechnik**<br>Laboratory course: Polymer technology | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Praktikum: Praktikum Kunststofftechnik (2 SWS) | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer<br>Thomas Forstner | |

| | | |
|---|---|---|
| 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.<br>Im Rahmen des Praktikums werden die folgenden fünf Verarbeitungsverfahren behandelt:<br>• Extrusion<br>• Additive Fertigung<br>• Duroplastspritzgießen<br>• Verarbeitung von Faserverbundkunststoffen<br>• Schweißen von Kunststoffen<br>Ablauf:<br>1. Vorbereitung auf den Einzelversuch anhand des Skriptes und der empfohlenen Literatur<br>2. Elektronisches Antestat direkt vor Beginn des Versuches<br>3. Durchführung des Einzelversuches<br>4. Anfertigen einer schriftlichen Ausarbeitung zu den erzielten Versuchsergebnissen<br>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: 3 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung<br>Leistungsschein wird nach vollständigen An- und Abtestat aller Versuche (mit Versuchsberichten) ausgestellt.<br><br>Im Rahmen des Praktikums müssen die folgenden fünf Versuche absolviert werden:<br><br>• Extrusion<br>• Additive Fertigung<br>• Duroplastspritzgießen |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Verarbeitung von Faserverbundkunststoffen<br>• Schweißen von Kunststoffen |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97327 | **Laboratory training biomechanics** | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Praktikum: Laboratory training biomechanics (2 SWS) | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Silvia Budday<br>Dr. Nicole Tueni<br>Philipp Scherm<br>Dr. Rahul Gopalan Ramachandran | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Silvia Budday |
| 5 | **Inhalt** | Introduction: biomechanical testing of ultrasoft tissues<br>• Motivation and challenges<br>• Different testing techniques<br>• Deformation, strain, stretch, and stress<br>Experiments<br>• Mechanical measurements in compression and tension<br>• Comparing pig brain tissue and gummy bears<br>Data Analysis<br>• Data handling and visualization<br>• Extracting the hyperelastic response<br>• Averaging over multiple specimens<br>Introduction: material modeling and finite element simulations<br>• Hyper- and viscoelastic material modeling<br>• Short introduction into the finite element (FE) method<br>• Applications for large-scale FE simulations<br>Parameter Identification<br>• Derive the stress-strain relation for the one-term Ogden model<br>• Define an objective function and determine material parameters using Matlab<br>Finite element simulations<br>• Use identified parameters for FE simulations of the experimental procedure<br>• Analyze the influence of no-slip boundary conditions on the model output compared to the homogeneous assumption in the analytical solution<br>• Hyper- versus viscoelastic response |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | The students<br>• Understand the challenges related to the mechanical characterization of ultrasoft materials<br>• Know suitable testing setups and protocols to characterize the mechanical behavior of brain tissue<br>• Can classify hyper- and viscoelastic material behavior based on experimental data<br>• Can identify material parameters for the Ogden model based on experimental data<br>• Understand the importance of choosing appropriate material parameters for finite element simulations |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Understand the difference between homogeneous and no-slip boundary conditions as well as their influence on the model output<br>• Understand possible sources of error regarding predictions made using finite element simulations |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung<br>Accomplishment of laboratory training<br>Certificate of accomplishment will be issued after all tests (with test reports) have been completed. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Praktikumsleistung (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 15 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94899 | **Laboratory training computer-aided product design methods**<br>Laboratory course: Computer-aided production methods | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Praktikum: Laboratory Training Computer-aided Product Design Methods (RPE) 2025ss (2 SWS) | - |
| 3 | Lehrende | Stephan Freitag | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack |
| 5 | **Inhalt** | CAD modeling, Multi-body simulation, Digital image correlation, Data mining, Tolerance simulation |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | **Professional expertise** **Knowledge** As part of the laboratory course, students are taught about computer-aided product development using computer-aided engineering (CAE). An essential part of the course are the theory and the use of computer-based tools and methods. In the five lectures, basic knowledge of the used computer-aided tools is taught, in particular knowledge of:<br>• Computer-aided simulation methods (computer aided engineering - CAE)<br>• Computer-aided product modeling using computer-aided design (CAD) (variants, parametrics, product families, rules)<br>• Multi-body simulation (MBS) methods<br>• Methods for computer-aided evaluation of optical measurements using digital image correlation<br>• Data mining methods and their use for data-driven product development<br>• Computer-aided methods of statistical tolerance analysis for virtual quality assurance of products<br>**Comprehension** The students acquire understanding based on the knowledge gained by abstracting tasks and identifying essential contents as part of the practical activities. The following findings are particularly important in the context of the five lectures:<br>• Understanding parametric CAD models<br>• Understanding of multi-body models and simulations<br>• Understanding optical measurement methods and how to evaluate their results<br>• Understanding of regression and classification methods<br>• Understanding of statistical tolerance simulations<br>**Application** As part of the laboratory course, students apply what they have learned to analyze virtual product models and parameterize models. The basis for the practical activities is the knowledge gained in the theoretical sections of the instructions. As part of the five lectures, students apply the following methods under supervision:<br>• Exercise 1: Modeling of components and assemblies. Parameterization of CAD models. Creating family tables (deriving variants). Implementing design rules.<br>• Exercise 2: Defining a multi-body model. Parameterization of the model. Creating the kinematic joints. Adding formulas. |

Performing a kinematics simulation. Creating displacement/ velocity/acceleration/time diagrams.
- Exercise 3: Preparation of measurement data. Creation of auxiliary components. Aligning measurements via reference measuring points relative to the CAD nominal geometry. Carrying out measurements for the area-based investigation of deformations and point-based movement analyses. Creating diagrams to assess strains, displacements, velocities and accelerations.
- Exercise 4: Preparation of the data. Applying regression and classification algorithms. Training the prediction models. Interpretation of the results and evaluation of the performance of the prediction models.
- Exercise 5: Definition of tolerance analysis models. Performing arithmetic and statistical tolerance analyses and sensitivity analyses. Representing the results using histograms and bar charts. Interpretation of the results with the aid of statistical parameters such as standard deviation and scrap rate.

**Analysis** The students understand interrelationships by demonstrating links to the skills acquired in subjects such as technical product design (TPG), methodical and computer-aided design (MRK), practical product development with 3D CAD systems (PPE3DCAD), multibody dynamics (MKD) or technical mechanics (TM). **Evaluate** The students learn ways and methods of evaluating simulation and measurement results from multi-body simulation, tolerance simulation or optical measurement technology. These include reading and evaluating diagrams such as force-displacement curves, velocity and acceleration curves or probability distributions:

- Testing the running smoothness of crank drives using the results of numerical integration
- Evaluating suitable positions of measuring points
- Evaluating the strain and movement behavior of assemblies and parts
- Evaluating the performance of prediction models
- Evaluate the influence of the sample size on the validity of statistical tolerance simulations
- Evaluate the contribution of individual tolerances and components to the fulfillment of the function of the assembly

**Create** The students will be able to create CAD and CAE models to simulate other problems based on the fundamentals they have learned. This includes in particular:

- Creating parameterized CAD models
- Creation of multi-body simulation models
- Creating strategies for the computer-aided evaluation of optical measurements
- Creating regression and classification models for their application in data-driven product development

| | | |
|---|---|---|
| | | • Creating tolerance analysis models to investigate the effects of variations of individual components on the functional performance of the assembly<br>**Learning and methodological skills** The students are able to use the mentioned computer-aided tools independently. The basis for this is provided by the theoretical fundamentals and exercise instructions. The support of the supervisors and student tutors enables students to use the learning content confidently in practice. **Self-competence** The students are taught how to organize their work independently and how to adhere to milestones. Furthermore, the students learn to objectively assess and reflect on their own strengths and weaknesses, both professionally (e.g. in the colloquium at the beginning of each lecture) and socially (e.g. when discussing solutions in small groups). **Social skills** The students work independently on the course objectives, with the opportunity to work together in small groups to find solutions to the tasks set. Supervisors, student tutors and fellow students provide valuable feedback in the discussions. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 3 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Hochschulpraktikum Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Praktikumsleistung<br>In order to obtain the certificate, an independently created digital copy consisting of a virtual product model (a CAD model or a MATLAB script) and a submission sheet (approx. 3 pages per attempt) must be submitted. The work is carried out independently under tutorial supervision. The documents required in each of the five experiments must be submitted in digital form via StudOn by the deadlines defined in advance and form the basis for the test assignment. The progress continuously assessed by the supervisors during the laboratory training after the submission of documents on predefined dates and can be viewed by the students during the laboratory training via StudOn. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

# 4 Umformtechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97200 | **Umformtechnik**<br>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<br>Wissen<br>Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformverfahren.<br>Verstehen<br>Die Studierenden können verschiedene Umformverfahren beschreiben sowie anhand verschiedener Kriterien vergleichen.<br>Anwenden<br>Die Studierenden sind in der Lage, das vermittelte Wissen zur Lösung konkreter umformtechnischer Problemstellungen anzuwenden.<br>Analysieren<br>Die Studierenden können geeignete Fertigungsverfahren zur umformtechnischen Herstellung von Produkten bestimmen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (120 Minuten)<br>Prüfungsdauer: 120 Minuten |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |

| | | |
|---|---|---|
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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**<br>97290 | **Umformtechnik Vertiefung**<br>Advanced metal forming | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Maßgeschneiderte Prozesstechnologien (2 SWS, WiSe 2025)<br>Vorlesung: Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik (2 SWS, SoSe 2025) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Michael Lechner<br>Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein<br>Prof. Dr.-Ing. Michael Lechner<br>Prof. Dr. Kolja Andreas | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein |
| 5 | **Inhalt** | * Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik*<br>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.<br>* Umformverfahren und Prozesstechnologien (UT2)*<br>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*<br>Wissen<br>Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformmaschinen und Umformwerkzeuge<br>Anwenden<br>Die Studierenden können das erworbene Wissen anwenden, um für die Bandbreite umformtechnischer Prozesse (Blech/Massiv, Kalt/ Warm) mit den unterschiedlichsten Anforderungen (Bauteilgröße, Geometriekomplexität, Losgröße, Hubzahl, etc.) für den jeweiligen Fall geeignete Maschinen und Werkzeuge auszuwählen.<br>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<br>• Die Studierenden können die getroffene Auswahl an Werkzeugmaschinen und Werkzeugen entsprechend der vermittelten Kriterien begründen bzw. gegenüber Alternativen bewerten und abgrenzen.<br>• Die Studierenden sind in der Lage, Werkzeuggestaltung, Werkzeugwerkstoffauswahl entsprechend den unterschiedlichen Prozessen der Blech- und Massivumformung einzuordnen und zu bewerten.<br>* Umformverfahren und Prozesstechnologien (UT2)*<br>Wissen<br>Die Studierenden erwerben Wissen über Grundlagen verschiedener Umformverfahren und Prozesstechnologien.<br>Anwenden<br>Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen anzuwenden um unter Berücksichtigung anforderungsspezifischer Randbedingungen ein geeignetes Umformverfahren auszuwählen und entsprechende Prozesstechnologien einzusetzen.<br>Evaluieren (Beurteilen)<br>• Die Studierenden sind in der Lage den Einsatz verschiedener Umformverfahren und Technologien zu begründen und deren Potential zu bewerten.<br>• Die Studierenden können zudem die jeweiligen Prozesse beschreiben und relevante Kenngrößen einordnen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1;2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 2 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |

| | | |
|---|---|---|
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>95341 | **Moderne Fertigungstechnologien und Methoden der Datenverarbeitung**<br>Modern production technologies and data processing methods | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | apl. Prof. Dr. Hinnerk Hagenah |
| 5 | **Inhalt** | Es werden Methoden der elektronischen Datenverarbeitung und Datenerhebung an Beispielen moderner Fertigungstechnologien aufgezeigt. Unter anderem werden Neuronale Netze, Simulationen, Datenbanken sowie die Themen Optimierung und Fuzzy Logic behandelt. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Das Lernziel ist der Einblick in die Möglichkeiten und Grenzen der elektronischen Datenverarbeitung. Darüber hinaus werden anwendungsorientierte Hinweise zur Auswahl geeigneter Methoden vermittelt. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Die Teilnehmer müssen sich im Masterstudium in einem Studiengang des Deptartment Maschinenbau befinden. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>Am Ende der Lehrveranstaltung wird eine mündliche Prüfung abgelegt.<br>mündliche Prüfung, ca. 20 Minuten |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester<br>Die Lehrveranstaltung wird in jedem Wintersemsemester angeboten. |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | apl. Prof. Dr. Hinnerk Hagenah<br>Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte |
| 5 | **Inhalt** | • Six Sigma Methodik, Grundlagen des Projektmanagements, Projektcharter, SIPOC und VOC, Prozess- und Aufgabendefinition;<br>• Datenerfassung, Entscheidungsmatrix und Zielgrößenoptimierung;<br>• Grundlagen der Statistik, Graphische Methoden;<br>• Regelkarten, Erfassung von Ursachen und Wirkungen, Ursachen und Wirkungen, Messsystemanalyse;<br>• Verteilungstests, Verteilungstests, Prozessfähigkeit, Sigma-Level Berechnung;<br>• Konfidenzintervall, Konfidenzintervall, Test auf Varianzgleichheit, t-Test für 2 Stichproben;<br>• Einfache Varianzanalyse, ANOVA, Chi-Quadrat-Test, Chi-Quadrat-Test, Korrelation und Regression;<br>• Statistische Versuchsplanung, Multi-Vari Studien, Kreativtechniken<br>• 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<br>• vertiefende Kenntnisse in der methodischen Analyse von Prozessen in der Fertigung, wobei die Six Sigma Methodik Verwendung findet, wiederzugeben und zu erläutern,<br>• grundlegendes Wissen zu Themen der Prozessanalyse und optimierung und methodische Problemlösungsansätze anzuwenden, sowie Fragestellungen unter Anwendung statistischer Verfahren zu lösen,<br>• durch Informationen und Faktenwissen, Six Sigma Projekte zur Analyse und anschließenden Optimierung von Produktions- und Fertigungsprozessen zu leiten,<br>• notwendige analytische und statistische Werkzeuge in Six Sigma Projekten einzusetzen,<br>• 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:<br>• Produktionstechnik<br>• Qualitätsmanagement<br>• Stochastik (Ingenieurmathematik) |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30 |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br>mündliche Prüfung: 100% |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94535 | **Maßgeschneiderte Prozesstechnologien**<br>Tailored process technologies | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein |
| 5 | **Inhalt** | Es werden aufbauend auf die im Modul Umformtechnik" behandelten Grundlagen verschiedene Umformverfahren und Prozesstechnologien vertieft. Im Vordergrund stehen Fragestellungen zur Verarbeitung moderner Leichtbaumaterialien, wie hochfeste Stahl-, Aluminium- und Titanwerkstoffe, aber auch Prozesstechnologien wie Tailored Blanks oder Presshärten. Darüber hinaus werden verschiedene Aspekte der numerischen Prozessauslegung sowie aktuelle Trends aus Forschung und Entwicklung, wie beispielsweise Rapid Manufacturing, angesprochen. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Wissen<br>• <br>o Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen anzuwenden um unter Berücksichtigung anforderungsspezifischer Randbedingungen ein geeignetes Umformverfahren auszuwählen und entsprechende Prozesstechnologien einzusetzen. Evaluieren Die Studierenden sind in der Lage den Einsatz verschiedener Umformverfahren und Technologien zu begründen und deren Potential zu bewerten. Die Studierenden können zudem die jeweiligen Prozesse beschreiben und relevante Kenngrößen einordnen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **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<br>Wissen<br>• <br>  ◦ Die Studierenden können das erworbene Wissen anwenden, um für die Bandbreite umformtechnischer Prozesse (Blech/Massiv, Kalt/Warm) mit den unterschiedlichsten Anforderungen (Bauteilgröße, Geometriekomplexität, Losgröße, Hubzahl, etc.) für den jeweiligen Fall geeignete Maschinen und Werkzeuge auszuwählen. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden sind in der Lage, die Wirkprinzipien der Maschinen zu beschreiben, zu differenzieren, zu klassifizieren und mit Hilfe von Kenngrößen zu bewerten - Die Studierenden können die getroffene Auswahl an Werkzeugmaschinen und Werkzeugen entsprechend der vermittelten Kriterien begründen bzw. gegenüber Alternativen bewerten und abgrenzen. - Die Studierenden sind in der Lage, Werkzeuggestaltung, Werkzeugwerkstoffauswahl entsprechend den unterschiedlichen Prozessen der Blech- und Massivumformung einzuordnen und zu bewerten |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97295 | **Ecodesign in der Produktionstechnik**<br>Eco design in production technology | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Ecodesign in der Produktionstechnik | - |
| 3 | Lehrende | Arnold Harms<br>Prof. Dr.-Ing. Michael Lechner | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Michael Lechner |
| 5 | **Inhalt** | Im Modul „Ecodesign in der Produktionstechnik“ werden aufbauend auf die grundlegenden Prinzipien der nachhaltigen Fertigung und Prozessgestaltung verschiedene Technologien und Methoden für eine ressourcenschonende Produktion vertieft. Im Fokus stehen Fragestellungen zur effizienten Gestaltung und Optimierung von Prozessen unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien sowie zur Integration innovativer Fertigungstechniken wie Additive Fertigung und Hybridverfahren.<br><br>Darüber hinaus werden Werkstoffaspekte intensiv behandelt, wobei die Eigenschaften nachhaltiger Materialien, Recyclingstrategien und die Wiederverwendung von Werkstoffen für umformtechnische Prozesse im Vordergrund stehen. Aspekte der Prozessüberwachung, des Qualitätsmanagements und der Fehlervermeidung tragen zur ganzheitlichen Betrachtung der Produktionstechnik bei.<br><br>Zudem werden aktuelle Trends aus Forschung und Entwicklung, wie die Digitalisierung in der Produktionstechnik, der Einsatz cyber-physischer Systeme sowie Prinzipien der Industrie 4.0, thematisiert. Wirtschaftliche Fragestellungen wie CO#-Bilanzierung, Life Cycle Management und Investitionsanalysen ergänzen das Modul, um den Studierenden ein umfassendes Verständnis für nachhaltige und wirtschaftliche Produktionsansätze zu vermitteln.<br><br>Fallstudien, Praxisbeispiele und Gastvorträge aus der Industrie ermöglichen es den Teilnehmenden, ihr Wissen in realen Kontexten anzuwenden und aktuelle Entwicklungen interdisziplinär zu beleuchten. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden lernen, ökologische und ökonomische Herausforderungen in der Produktionstechnik zu analysieren und innovative Lösungsansätze zu entwickeln. Sie erlangen Fachwissen über nachhaltige Materialien, digitale Technologien, Prozessoptimierung und Qualitätsmanagement. Außerdem entwickeln sie interdisziplinäre Kompetenzen durch Fallstudien und praxisnahe Projekte. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

# 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97101 | **Produktionssystematik**<br>Production systems | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke |
| 5 | **Inhalt** | Das Modul Produktionssystematik thematisiert die gesamte Bandbreite der technischen Betriebsführung von der Planung, Organisation und technischen Auftragsabwicklung bis hin zu Fragen des Management und der Personalführung, Entlohnung sowie Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung. Im Rahmen dieses Moduls findet eine Vorlesung und eine Übung statt. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Nach einem Besuch der Vorlesung Produktionssystematik sollen die Studierenden in der Lage sein:<br>• Ziele, Strategien, Vision und Mission der Unternehmen beurteilen zu können;<br>• sich in der Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmen zurecht zu finden;<br>• die Inhalte der wesentlichen Kernprozesse produzierender Unternehmen zu kennen;<br>• die technische und administrative Auftragsabwicklung nachzuvollziehen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke |
| 5 | **Inhalt** | Im Vertiefungsfach Handhabungs- und Montagetechnik wird die gesamte Verfahrenskette von der Montageplanung bis zur Inbetriebnahme der Montageanlagen für mechanische sowie elektrotechnische Produkte aufgezeigt. Einleitend erfolgt die Darstellung von Planungsverfahren sowie rechnergestützte Hilfsmittel in der Montageplanung. Daran schließt sich die Besprechung von Einrichtungen zur Werkstück- und Betriebsmittelhandhabung in flexiblen Fertigungssytemen und für den zellenübergreifenden Materialfluß an. Desweiteren werden Systeme in der mechanischen Montage von Klein- und Großgeräten, der elektromechanischen Montage und die gesamte Verfahrenskette in der elektrotechnischen Montage diskutiert (Anforderung, Modellierung, Simulation, Montagestrukturen, Wirtschaftlichkeit etc.). Abrundend werden Möglichkeiten zur rechnergestützten Diagnose/Qualitätssicherung und Fragestellungen zu Personalmanagement in der Montage und zum Produktrecycling/-demontage behandelt. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden sind in der Lage:<br>• die Montagefreundlichkeit von Produkten zu beurteilen und zu verbessern,<br>• Montage- und Handhabungsprozesse zu beurteilen, auszuwählen und zu optimieren,<br>• die dazu erforderlichen Geräte, Vorrichtungen und Werkzeuge zu bewerten, und<br>• Montageprozesse sowie -systeme zu konzipieren, zu planen und weiterzuentwickeln.<br>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** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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.<br>• Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.<br>• Rainer Müller, Jörg Franke, Dominik Henrich, Bernd Kuhlenkötter, Annika Raatz, Alexander Verl (Hg.) (2019): Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration: Hanser Fachbuchverlag. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97123 | **Integrated Production Systems**<br>Integrated production systems | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Integrated Production Systems (vhb) (4 SWS) | 5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Bernd Hofmann<br>Prof. Dr.-Ing. Florian Risch | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke |
| 5 | **Inhalt** | • Concepts and Success Factors of Holistic Production Systems<br>• Production organization in the course of time<br>• The Lean Production Principle (Toyota Production System)<br>• The 7 Types of Waste (Muda) in Lean Production<br>• Visual management as a control and management instrument<br>• Demand smoothing as the basis for stable processes<br>• Process synchronization as the basis for capacity utilization<br>• Kanban for autonomous material control according to the pull principle<br>• Empowerment and group work<br>• Lean Automation - "Autonomation"<br>• Fail-safe operation through Poka Yoke<br>• Total Productive Maintenance<br>• Value stream analysis and value stream design<br>• Workplace optimization (lean manufacturing cells, U-Shape, Cardboard Engineering)<br>• OEE analyses to increase the degree of utilization<br>• Quick Setup (SMED)<br>• Implementation and management of the continuous improvement process (CIP, Kaizen)<br>• Overview of quality management systems (e.g. Six Sigma, TQM, EFQM, ISO9000/TS16949) and analysis tools for process analysis and improvement (DMAIC, Taguchi, Ishikawa)<br>• administrative waste<br>• 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<br>• Understand the importance of holistic production systems;<br>• Understand and evaluate Lean Principles in their context;<br>• to evaluate, select and optimise the necessary methods and tools;<br>• 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** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **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.<br>Die Übung findet im Rahmen von mehreren Exkursionen zu verschiedenen Unternehmen der Elektronikproduktion statt. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• lernen die wesentlichen Prozessschritte zur Herstellung elektronischer Baugruppen (von der Leiterplatte bis zum fertigen Produkt) intensiv kennen.<br>• können mit diesem Wissen Konzepte für effiziente Fertigungsketten der Elektronikproduktion unter Berücksichtigung technologischer sowie produktionstechnischer Aspekte ableiten.<br>• 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** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Gleichnamiges Vorlesungsskript<br>• 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.<br>• Härter, Stefan (2020): Qualifizierung des Montageprozesses hochminiaturisierter elektronischer Bauelemente. FAU University Press.<br>• 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.<br>• Kuhn, Thomas (2020): Qualität und Zuverlässigkeit laserdirektstrukturierter mechatronisch integrierter Baugruppen (LDS-MID). FAU University Press. |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke |
| 5 | **Inhalt** | Das Modul Grundlagen der Robotik richtet sich insbesondere an die Studierenden der Informatik, des Maschinenbaus, der Mechatronik, der Medizintechnik sowie des Wirtschaftsingenieurwesens. Es werden zunächst die Grundlagen der modernen Robotik erläutert und anschließend fachspezifische Grundlagen zur Konzeption, Implementierung und Realisierung von Robotersystemen vermittelt. Hierbei liegt der Fokus neben klassischen Industrierobotern auch auf neuen Robotertechnologien für den Service-, Pflege- und Medizinbereich. Es werden weiterhin die Grundlagen des Robot Operating System (ROS) vermittelt und es wird durch praktische Übungen die Arbeit und Roboterprogrammierung mit ROS erlernt.<br>Das Modul umfasst hierfür die nachfolgenden Themenschwerpunkte:<br>• Bauformen, Begriffe, Definitionen, Historie, rechtliche Grundlagen und Roboterethik<br>• Roboteranwendungen in Industrie, Service, Pflege und Medizin<br>• Sensorik und Aktorik für Robotersysteme<br>• Kinematik und Dynamik verschiedener Roboterbauformen<br>• Steuerung, Regelung und Bahnplanung<br>• Varianten der Roboterprogrammierung<br>• Planung und Simulation von Robotersystemen<br>• Robot Operating System (ROS)<br>• Computer Vision (OpenCV) |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Ziel ist, den Studierenden einen fundierten Überblick über aktuelle Roboterapplikationen zu vermitteln sowie die grundlegenden Bauformen, Begrifflichkeiten und gesetzlichen Rahmenbedingungen vorzustellen. Darauf aufbauen werden die notwendigen technischen Grundlagen moderner Robotersysteme sowie die Programmierung eines Roboters mit ROS erlernt.<br><br>Die Studierenden sind in der Lage:<br>• Roboter hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren, das für eine vorgegebene Anwendung optimale Robotersystem auszuwählen und hierbei ethische und arbeitsschutzrechtliche Aspekte zu berücksichtigen.<br>• Robotersysteme auszulegen, zu entwickeln und die erforderlichen Bewegungsabläufe zu planen,<br>• die für verschiedene Roboterapplikationen notwendige Sensorik und Aktorik auszuwählen,<br>• 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** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke |
| 5 | **Inhalt** | Die IT-Durchdringung in der produzierenden Industrie nimmt rasant zu. Der nutzenstiftende Einsatz von IT bei der Gestaltung von Wertschöpfungsprozessen hat für Deutschland eine zentrale strategische Bedeutung. Diese Trends werden unter Begriffen wie Industrie 4.0" und Industrial Internet" bzw. Internet of Things" weltweit diskutiert. Dabei treffen doch recht unterschiedliche Sichtweisen aufeinander. In der Vorlesung werden diese Trends und Visionen anhand von ausgewählten Anwendungsszenarien erläutert. Außerdem werden die dafür zum Verständnis notwendigen Grundlagen erklärt.<br>Ziele:<br>• Bewusstseinsschärfung bezüglich der Auswirkungen der Digitalisierung auf die produzierende Industrie<br>• Verständnis von Geschäftstreibern, technischen Möglichkeiten und deren Wechselwirkungen in der produzierenden Industrie<br>• 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.<br>Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut:<br>• Methodische und konsequente Trennung der Diskussion von Problemperspektive, konzeptioneller Lösungsperspektive und technischer Umsetzungsperspektive<br>• Umfassendes Gesamtverständnis bezüglich der oft sehr vielschichtigen wirtschaftlichen und technischen Zusammenhänge (zu Lasten eines tiefen technischen Detaildiskussion)<br>• Betonung des für einen Anwender gestifteten (geschäftlichen) Nutzens und der möglichen Alleinstellungsmerkmale für einen Standort Deutschland<br>Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage:<br>• 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<br>• 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<br>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** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 40 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>94947 | **Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering**<br>Industry 4.0 - Application scenarios in design and engineering | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering (2 SWS) | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Tobias Reichenstein<br>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.<br>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.<br><br>Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut:<br>• 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.<br>• 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.<br>• 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.<br>Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage<br>• die geschäftlichen und technischen Treiber und Herausforderungen im Kontext des Industrieanlagen-Geschäfts umfassend zu verstehen,<br>• grundsätzliche Ansätze der Modellbildung bezüglich Systemen und Prozessen zu unterscheiden und zu nutzen<br>• sowie branchen- und domänenübergreifende Engineering-Konzepte, - Methoden und -Prozesse als Basis für eine konkrete Anwendung beurteilen zu können<br>Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der projektbasierten industriellen Branchen, so z. B. im allgemeinen Maschinen-, insbesondere aber im (Groß-) Anlagenbau erforderlich. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke |
| 5 | **Inhalt** | Der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik bietet im Sommersemester die Vorlesung Industrie 4.0 für Ingenieure" als technisches Wahlmodul an. Diese Ringvorlesung wird von renommierten Mitgliedern der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Montage, Handhabung und Industrierobotik (MHI, www.wgmhi.de) gehalten, die ausgehend von ihren jeweiligen Fachgebieten in den Themenkomplex Industrie 4.0" einführen. Folgende Themengebiete rund um die Digitalisierung werden unter anderem behandelt:<br>• Industrierobotik<br>• Netzwerk- und Cloudtechnologien<br>• Software und Steuerung<br>• Der Mensch in I4.0<br>• 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.<br><br>Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage:<br>• die kontroversen und vielschichtigen Diskussionen im Umfeld von Industrie 4.0 in einen konsistenten Gesamtkontext einzuordnen<br>• anhand repräsentativer Beispiele den Unterschied zwischen dem aktuellen Stand der Technik und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen zu verstehen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (120 Minuten)<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 60 |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm |
| 5 | **Inhalt** | • Bedeutung der Mechatronik im Werkzeugmaschinenbau<br>• Grundlegende Begrifflichkeiten mit Bezug auf den Werkzeugmaschinenbau zu den Themen Mechanik, Elektrotechnik und Software<br>• Analyse, Modellierung und Regelung von Werkzeugmaschinen<br>• CNC-Steuerungstechnik für die Werkzeugmaschine<br>• Parallelkinematik-Maschinen<br>• Evolution der Drehmaschinen<br>• Vertikale und horizontale IT-Integration |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:<br>• wesentliche mechatronische Komponenten der Werkzeugmaschine zu benennen und zu erläutern.<br>• Modellversuche zur elektrischen Antriebstechnik durchzuführen.<br>• eine analytische Vorgehensweise zur regelungstechnischen Modellbildung anzuwenden.<br>• Regelungstechnische Möglichkeiten der elektrischen Antriebstechnik darzustellen.<br>• die CNC Verfahrenskette vom CAD-Geometriemodell zur Werkzeugposition zu erklären.<br>• Konsequenzen alternativer Maschinenkonzepte (Parallelkinematiken, modulare Maschinen) zu erläutern.<br>• Werkzeugmaschinen als IT-Komponenten (horizontale und vertikale Integration und Kommunikation) darzustellen.<br>• 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** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm |
| 5 | **Inhalt** | Aktuelle Innovationsthemen der Mechatronik am Beispiel Werkzeugmaschine:<br>• Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services<br>• Integrierte, softwarebasierte Sicherheitstechnik<br>• Simulationswerkzeuge zur Optimierung von Entwicklung und Einsatz von Werkzeugmaschinen<br>Mechatronische Systeme im allgemeinen Maschinenbau:<br>Übertragung der Konzepte d. Werkzeugmaschine<br>auf andere Maschinenbau-Applikationen<br>• Druckmaschinen als Beispiel modularer Maschinenkonzepte<br>• Kunststoffmaschinen als Beispiel für kombinierte Bewegungs- und Prozessführung<br>• Mechatronische Systeme in der medizinischen Bildgebung (Exkursion) |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:<br>• elektronische Sicherheitstechnik in mechatronischen Systemen darzustellen und zu erläutern.<br>• mechatronische Systemoptimierung für NC-gesteuerte Werkzeugmaschinen durch steuerungsbasierte Kompensation durchzuführen.<br>• mechatronische Systemoptimierung durch Simulation durchzuführen.<br>• Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services zu erklären.<br>• eine mechatronische Analyse unterschiedlicher Maschinen durchzuführen.<br>• 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** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 60 |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br>Klausur, 100 % |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Braess,<br>• Elektronik in der Fahrzeugtechnik, Borgeest<br>• Handbuch Fügen, Handhaben und Montieren, Feldmann<br>• Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID), Franke<br>• Handbuch zu elektrischen Kabeln und Leitungen, Katzier<br>• Elektrische Steckverbinder: Technologien, Anwendungen und Anforderungen, Katzier<br>• Elektrische Kontakte, Werkstoffe und Anwendungen, Vinaricky |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke<br>Dr.-Ing. Alexander Kühl |
| 5 | **Inhalt** | • Allgemeine Grundlagen zu elektrischen Maschinen<br>• Weichmagnetische Werkstoffe<br>• Hartmagnetische Werkstoffe<br>• Wickeltechnik<br>• Isolationstechnologien<br>• Statorprüfung<br>• Produktion und Endmontage elektrischer Maschinen<br>• Produktion elektrischer Maschinen für Traktionsantriebe<br>• Spezielle Anwendungsfelder des Elektromaschinenbaus<br>• Recycling elektrischer Maschinen<br>• Elektronik im Elektromaschinenbau |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Ziel des Moduls ist es, den Studierenden zu vermitteln, wie sich die Wertschöpfungskette nach dem Entwurf, der Konzeption und der Konstruktion eines Produkts gestaltet. Den Studierenden werden Einblicke in die verschiedenen Eigenschaften der elektrischen Maschinen gewährt. Darüberhinaus werden anhand des Stands der Technik die verschiedenen Prozesse entlang der Wertschöpfungskette, vom Blech über den Magneten und der Wicklung bis hin zur Isolation und der Prüfung des Produkts, vermittelt. Somit wird das nötige Wissen vermittelt, welches notwendig ist, laufende Produktionsprozesse von Serienprodukten stetig hinsichtlich Ökonomie und Energie- und Ressourceneffizienz zu verbessern sowie die Prozesse für die Umsetzung von Neuentwicklungen in die Serien- und Produktionsreife zu überführen.<br><br>Lernziele:<br>• Kenntnis von Bauarten, Einsatzfelder, Nutzen, Leistungsfähigkeit und technischen Neuerungen elektrischer Antriebe<br>• Kenntnis von Aufbau, Einzelkomponenten und Materialien elektrischer Antriebe<br>• Kenntnis der Einzelprozesse zur Produktion elektrischer Antriebe<br>• 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** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (60 Minuten)<br>Klausur, 60 Minuten |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Tzscheutschler - Technologie des Elektromaschinenbaus<br><br>Jordan - Technologie kleiner Elektromaschinen |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| | | 12: Änderungsmanagement<br>13: Inbetriebnahme von Produktionsanlagen<br>14: Klausurvorbereitung<br><br>**Case-Studies:**<br>CS1: Anforderungs- und Lösungsspezifikation<br>CS2: Domänenspezifisches Engineering<br>CS3: Virtuelle Inbetriebnahme und Änderungsmanagement |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Nach dem Studium des vhb-Kurses Advanced Systems Engineering von Produktionsanlagen (ASEP) sind Studierende in der Lage, den Engineering-Prozess von der Anforderung bis hin zum fertigen Produkt zu verstehen. Dies wird durch<br>Methoden-Vermittlung über den gesamten Product Lifecycle ermöglicht. Weiterhin werden Einblicke in gängige Software-Lösungen im Bereich des Engineerings ermöglicht. Durch Anwendung der Kenntnisse in Übungen werden die Studierenden zudem befähigt, das Gelernte auf praktische Weise zu festigen. Durch den Kurs können Studierende darüber hinaus selbstständig den Ansatz des ASE im späteren Berufsleben forcieren und umsetzen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine spezifischen Voraussetzungen |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%)<br>90-minütige schriftliche Prüfung |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Alexander Schneider |
| 5 | **Inhalt** | Durch den interdisziplinären Ansatz und die Einbeziehung der vielfältigen Domänen und Disziplinen der Produktionstechnik und der Inhalte unterschiedlicher Ingenieurswissenschaften, richtet sich die Grundlagenvorlesung Automatisierte Produktionsanlagen an Studierende des Maschinenbaus, des Wirtschaftsingenieurswesens, der Mechatronik, der Elektrotechnik, der Informations- und Kommunikationstechnik und der Informatik.<br>Die Vorlesung vermittelt zunächst die gesellschaftliche Bedeutung der Automatisierung und Automatisierter Produktionsanlagen.<br>Den Studierenden werden darauf aufbauend in den ersten Vorlesungsabschnitten relevante Technologien und die technischen Grundlagen von der Steuerung, über die Grundzüge industrieller Kommunikation sowie die Funktion, Auswahl und Integration von Sensoren und Aktoren zur Umsetzung automatisierungstechnischer Aufgaben vermittelt.<br>Anschließend wird die Kombination der vorgestellten Einzelkomponenten zu komplexen Gesamtsystemen behandelt. Dabei liegt der Fokus auf der Planung, der Inbetriebnahme, dem Betrieb und der Optimierung Automatisierter Produktionsanlagen.<br>Den Studierenden sollen dabei die notwendigen Fähigkeiten zur Abstraktion und Strukturierung komplexer Sachverhalte im Kontext ingenieurswissenschaftlicher Fragestellungen vermittelt werden. Dazu werden Konzepte und Paradigmen der Automatisierung, die Grundzüge der Produktionsplanung und -steuerung, die konzeptionellen und technischen Befähiger flexibler und wandelbarer Produktion sowie Ansätze zur Kopplung zwischen Mensch und Maschine erläutert und diskutiert.<br>Im letzten Abschnitt der Vorlesung wird auf Trends und Veränderungen in der Branche der Automatisierungstechnik eingegangen. Dabei stehen unterschiedliche Themen im Fokus. Dazu gehören z. B. Plattform-Ökosysteme, die Gestaltung und Nutzung industrieller Services und deren Verknüpfung zu smarten Service Bundles, der Einsatz von Machine Learning in der Produktion und die Umsetzung selbstlernender Systeme, die Industrie 4.0-konforme Eigenschafts- und |

| | | |
|---|---|---|
| | | Funktionsabbildung automatisierungstechnischer Komponenten bis hin zu Inhalten aus dem Kontext der Energiebereitstellung und dem -management in der Gleichstromfabrik.<br>In allen Abschnitten wird besonders Wert auf das Verständnis der vorgestellten Konzepte sowie deren Umsetzung nach gegebenen Anforderungen gelegt. Die Studierenden sollen nach Abschluss der Veranstaltung Automatisierungslösungen bezüglich ihrer Umsetzbarkeit bewerten können, einfache Anlagen in kleinem Umfang sollen aus einer Auswahl von Komponenten zusammengestellt werden. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | • Kenntnis der wichtigsten Komponenten von APA<br>• Bewertung der verschiedenen Komponenten von APA hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Kosten, Vor- und Nachteilen, möglicher Alternativen<br>• Kenntnis der Möglichkeiten zur Kombination von Komponenten zu komplexeren Anlagen<br>• Bewertung von APA nach wirtschaftlichen Kenngrößen<br>• Bewertung der Einsatzmöglichkeiten neuer Technologien |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | • Interesse an Automatisierungstechnik<br>• Interesse an praktischer Übung an einer SPS<br>• Grundlagen Elektrotechnik |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>konkrete Prüfungsform: Klausur, 90 min. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br>Klausur, 100% |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 150 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

# 6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>96905 | **Ressourceneffiziente Produktionssysteme**<br>Resource-efficient production systems | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Ressourceneffiziente Produktionssysteme (2 SWS)<br>Übung: Ressourceneffiziente Produktionssysteme - Übung (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Simon Sauer<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Nico Hanenkamp |
| 5 | **Inhalt** | • Energieerzeuger und Energieverbraucher in der Produktion<br>• Stoff- und Energiestrommodellierung<br>• Energiemanagement in der Produktion<br>• Energiedatenerfassung<br>• Informationstechnik zur Ressourceneffizienz<br>• Materialeffizienz und Abfallmanagement<br>• Produktbilanzierung<br>• Planung von Produktionsanlagen<br>• Fabrikplanung<br>• Technische Gebäudeausrüstung<br>• Führungsinstrumente für das Ressourcenmanagement |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>Die Studenten/Studentinnen<br>• kennen die Energieträger innerhalb der Fertigung<br>• kennen Energieerzeuger, Wandler und Verbraucher<br>• kennen die Gestaltungsrichtlinien eines Energiewertstroms<br>• kennen die DIN EN ISO 50001 zum Energiemanagement<br>• kennen die bedeutendsten Maschinenelemente zur Steigerung der Ressourceneffizienz von Produktionsanlagen<br>• kennen ressourceneffiziente Komponenten zur Gebäudeausrüstung<br>Verstehen<br>Die Studenten/Studentinnen<br>• verstehen die Anwendung von Sankey Diagrammen<br>• verstehen die Ökobilanz und Carbon Footprint<br>• verstehen die Messtechnik zur Ermittlung von Energiedaten<br>• verstehen das Management von Energiedaten innerhalb der Automatisierungspyramide<br>• verstehen die Bedeutung der Materialeffizienz<br>• verstehen die Ökodesign-Richtlinie der EU<br>• verstehen die Vorgehensweise zur ressourceneffizienten Planung einer Fabrik<br>• verstehen Führungsinstrumente für das Ressourcenmanagement<br>Anwenden<br>Die Studenten/Studentinnen<br>• 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** | 6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | schriftlich oder mündlich<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 60<br>wird als elektronische Prüfung durchgeführt |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | schriftlich oder mündlich (100%)<br>Klausur, 100 % |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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<br>• Hopf H. Methodik zur Fabriksystemmodellierung im Kontext von Energie- und Ressourceneffizienz; 2016 Springer Fachmedien Wiesbaden<br>• Grundig C. Fabrikplanung Planungssystematik- Methoden-Anwendungen; 2015 Carl Hanser Verlag München |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| | | • Verstehen die Grundlagen der Schmierung und Reibung in Führungssystemen<br>• Verstehen die Funktionsprinzipien verschiedener Führungssysteme<br>• Verstehen die Funktionsweise verschiedener Motoren<br>• Verstehen die unterschiedlichen Lagerungskonzepte für bewegte Elemente der Werkzeugmaschine<br>Anwenden<br>Die Studierenden<br>• Können die wesentlichen Elemente der Werkzeugmaschine auslegen (Hauptantrieb, Führung, Vorschub, Gestell)<br>• Können die Komplexität der Anforderungen an Werkzeugmaschinen diskutieren<br>• Können den Antriebsstrang einer Werkzeugmaschine in die einzelnen Bestandteile zerlegen<br>• Können Anforderungen aus einem gegebenen Fertigungsprozess an die Werkzeugmaschine ableiten<br>• Können die Ursachen von Ratterschwingungen in Werkzeugmaschinen analysieren<br>• Können den optimalen Lagerabstand für Hauptantriebe berechnen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | schriftlich oder mündlich (60 Minuten)<br>Klausur, 60 Minuten |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | schriftlich oder mündlich (100%)<br>Klausur, 100 % |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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**<br>96920 | **Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz**<br>Efficiency in production and operative excellence | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

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

| | | |
|---|---|---|
| | | • verstehen die 5S Methode und können diese selbstständig inklusive der dafür benötigten Werkzeuge in der Praxis anwenden.<br>• können den Kundentakt und die benötigte Mitarbeiteranzahl berechnen<br>• können eine Wertstromanalyse eigenständig durchführen und dokumentieren<br>• können einen Wertstrom optimieren und ein Soll-Wertstromdesign gestaltet.<br>• können eigenständig die Rüstzeit eines Prozesses durch die SMED Methode (inklusiver der enthaltenen Werkzeuge) in der Praxis reduzieren.<br>• können die Austaktung mehrerer Prozesse im Wertstrom vornehmen (inklusive Zykluszeitermittlung, Taktabstimmdiagramm, etc.)<br>• können die vier Kernaktivitäten des Shopfloor Managements durchführen und diese systematisch überwachen<br>• 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** | 6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>schriftliche Klausur, 90 Minuten |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | schriftlich oder mündlich (100%)<br>Klausur, 100 % |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>96915 | **Produktionsprozesse der Zerspanung**<br>Production processes in machining | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Übung: Produktionsprozesse der Zerspanung - Übung (inkl. weiterer Vorlesungstermine)<br>Ort: Seminarraum REP Lehrstuhl/Hörsaal H17 (Blockveranstaltung ProdZ - Termin- und Ortverteilung in StudOn bitte beachten) (2 SWS)<br>Vorlesung: Produktionsprozesse der Zerspanung - Vorlesung (inkl. weiterer Übungstermine)<br>Ort: Seminarraum REP Lehrstuhl/Hörsaal H17 (Blockveranstaltung ProdZ - Termin- und Ortverteilung in StudOn bitte beachten) (2 SWS) | 2,5 ECTS<br><br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Trixi Meier<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Nico Hanenkamp |
| 5 | **Inhalt** | Das Modul behandelt inhaltlich das in DIN 8580 klassifizierte Fertigungsverfahren Trennen und im speziellen die in DIN 8589 spezifizierten Prozesse der Zerspanung (Drehen, Bohren, Senken, Reiben, Fräsen, Hobeln, Stoßen, Räumen, Sägen, Feilen, Raspeln, Bürstspanen, Schaben, Meißeln Schleifen, Honen, Läppen und Gleitspanen). Des Weiteren werden allgemeine Grundlagen zur Zerspanung (Spanentstehung, Spankräfte, Bewegungsgrößen) und prozessuale Spezifikationen (Kühlschmierstoffe, Schneidstoffe, Werkzeugmaschinen, Spannzeuge) vermittelt. Das erlernte Wissen soll durch die Erstellung eines Fertigungskonzepts für ein bestimmtes Produkt angewendet werden. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>• Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse zu den Fertigungsprozessen nach DIN 8589<br>• Die Studierenden erwerben Kenntnisse über werkstoffwissenschaftliche Aspekte und Werkstoffeigenschaften sowie Werkstoffverhalten vor und nach den jeweiligen Bearbeitungsprozessen<br>• Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozessführung sowie spezifische Eigenschaften der Produktionsverfahren<br>• Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Prozessverständnis hinsichtlich der wirkenden Mechanismen<br>• Die Studierenden erhalten grundlegende Kenntnisse im Bereich der Produktentwicklung und Produktauslegung (Verfahrensmöglichkeiten, Verfahrensgrenzen, Designeinschränkungen, etc.)<br>Verstehen<br>• Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Prinzipien von Fertigungsprozessen und der Systemauslegung zu verstehen |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Die Studierenden können die Zerspanungsprozesse unterscheiden.<br>Anwenden<br>•<br>  ◦ Die Studierenden können die verschiedenen Fertigungsverfahren erkennen und normgerecht differenzieren |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 90 |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | schriftlich oder mündlich (100%)<br>Klausur, 100 % |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Björn Eskofier |
| 5 | **Inhalt** | This is an introductary course presenting fundamental algorithms of machine learning (ML) that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers<br>• Introduction to Python programming in the field of data science<br>• Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction)<br>• 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))<br>• 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<br>• independently recognize the task domain at hand for new applications<br>• select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties<br>• 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** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur<br>Electronic exam (online), 90min |

| | | |
|---|---|---|
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 0 h<br>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<br>2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009<br>3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016 |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Thomas Altstidl<br>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<br>• Extended introduction into fundamental concepts of deep neural networks (DNN)<br>• In-depth review of various optimization techniques for learning neural network parameters<br>• Specification of several regularization techniques for neural networks<br>• Theoretical understanding of application-specific neural network architectures (such as convolutional neural networks (CNN) for images and recurrent neural networks (RNN) for time series)<br>This is a vhb course (online). |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | After successfully participating in this course, students should be able to<br>• discuss advantages and disadvantages of different optimization techniques<br>• design a suitable and promising neural network architecture and train it on existing data using Python and Keras<br>• 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** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (60 Minuten)<br>Electronic exam (online), 60min |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%)<br>Electronic exam (100 %) |

| | | |
|---|---|---|
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 0 h<br>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<br>2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009<br>3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016 |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

# 7 Kunststofftechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97141 | **Kunststoff-Eigenschaften und -Verarbeitung**<br>Properties and processing of plastics | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Kunststoffe und ihre Eigenschaften (2 SWS, WiSe 2025)<br>Vorlesung mit Übung: Kunststoffverarbeitung (2 SWS, SoSe 2025) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer |
| 5 | **Inhalt** | \|*Inhalt: Kunststoffe und ihre Eigenschaften*\|<br>Das Modul Kunststoffe und ihre Eigenschaften stellt aufbauend auf die Vorlesung Werkstoffkunde die verschiedenen Kunststoffe und ihre spezifischen Eigenschaften vor.<br>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.<br>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.<br>Die behandelten Kunststoffe sind insbesondere:<br>• Polyolefine<br>• Duroplaste<br>• Elastomere<br>• Polyamide und Polyester<br>• Amorphe/ optische Kunststoffe<br>• Hochtemperaturkunststoffe<br>• Faserverbundwerkstoffe<br>• Klebstoffe<br>• Hochgefüllte Kunststoffe<br>Abschließend wird ein grober Überblick über die Aufbereitung von Kunststoffen und die dabei verwendeten Verfahren, Maschinen, Werkstoffe, Füllstoffe und Additive gegeben.<br>\|*Inhalt: Kunststoffverarbeitung*\|<br>Das Modul Kunststoffverarbeitung führt aufbauend auf das Modul Werkstoffkunde in die Verarbeitung von Kunststoffen ein.<br>Zum Verständnis werden eingangs wiederholend die besonderen Eigenschaften von Polymerschmelzen erklärt und die Schritte der Aufbereitung vom Rohgranulat zum verarbeitungsfähigen Kunststoff erläutert.<br>Anschließend werden die folgenden Verarbeitungsverfahren vorgestellt:<br>• Extrusion<br>• Spritzgießen mit Sonderverfahren wie z. B. Mehrkomponententechnik<br>• Pressen<br>• Warmumformen<br>• Schäumen |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Herstellung von Hohlkörpern<br>• Additive Fertigung<br>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** | Die Studierenden:<br>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen zu den Kunststoffen.<br>• Kennen die vorgestellten Kunststoffe mit ihren Eigenschaften und Einsatzgebieten.<br>• verstehen die Eigenschaften der vorgestellten Kunststoffe mit den jeweils spezifischen Merkmalen und kennen ihre Herstellung und wichtige Fertigungsverfahren.<br>• Verstehen die Zusammenhänge zwischen molekularem Aufbau, Umgebungsbedingungen wie Druck und Temperatur und Eigenschaften der Kunststoffe, und können dabei das Wissen aus anderen Vorlesungen (z.B. Werkstoffkunde anwenden)<br>• Verstehen die begründete Zuordnung von exemplarischen Bauteilen zu den jeweiligen Kunststoffen.<br>• Bewerten anforderungsbezogen die verschiedenen Kunststoffe und bewerten die Auswahl eines Kunststoffs für einen beispielhaften Anwendungsfall.<br>• Bewerten eine Werkstoffsubstitution mit einem passenden Kunststoff aus: Dabei bewerten die Studierenden den einzusetzenden Kunststoff sowie die Auswahl eines geeigneten Fertigungsverfahrens<br>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffverarbeitung.<br>• Verstehen die Eigenschaften von Thermoplastschmelzen bei der Kunststoffverarbeitung, und können dabei das erlangte Wissen aus der Werkstoffkunde anwenden.<br>• Verstehen die Aufbereitungstechnik und die verschiedenen Fertigungsverfahren in der Kunststoffverarbeitung.<br>• Können aufzeigen, welche Gründe zur Entwicklung der jeweiligen Verfahren geführt haben und wofür diese eingesetzt werden.<br>• Können den Prozessablauf der benötigten Maschinen und Anlagen sowie die Merkmale und Besonderheiten jedes vorgestellten Verfahrens erläutern<br>• Können exemplarische Bauteile zu den jeweiligen Fertigungsverfahren zuordnen<br>• Bewerten anforderungsbezogen die verschiedenen Fertigungsverfahren.<br>• 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.<br>• Können Kriterien für die Fertigung aus gegebenen Bauteilanforderungen ableiten und davon geeignete Fertigungsverfahren oder Kombinationen auswählen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 2 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97231 | **Kunststoff-Fertigungstechnik und -Charakterisierung**<br>Plastics manufacturing technology and characterisation of plastics | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Kunststoffcharakterisierung und -analytik (2 SWS, SoSe 2025)<br>Vorlesung: Kunststoff-Fertigungstechnik (0 SWS, WiSe 2025) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer |
| 5 | **Inhalt** | \|*Inhalt: Kunststoff-Fertigungstechnik*\|<br>Die Vorlesung Kunststoff-Fertigungstechnik stellt die Technik zur Fertigung von Kunststoff-Bauteilen und die dafür benötigte Anlagen- und Werkzeugtechnik vor. Dabei wird auch auf die Sensorik, Regelung und Steuerung in Fertigungsprozessen eigegangen.<br>Der Inhalt der Vorlesung gliedert sich wie folgt:<br>• Maschinen- und Anlagentechnik, Peripherie<br>• Aufbereitung und Compoundierung von Thermo- und Duroplasten<br>• Verarbeitungsverfahren (Extrusion, Spritzgießen, reagierende Formmassen)<br>• Weiterverarbeitungsverfahren<br>• Werkzeugtechnik: Auslegung und Bauformen (Spritzgießwerkzeuge und Extrusionswerkzeuge)<br>• Regeln und Steuern in der Kunststoffverarbeitung<br>• Maßnahmen der Qualitätskontrolle und -sicherung<br>\|*Inhalt: Kunststoffcharakterisierung und -analytik*\|<br>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.<br>Diese sind insbesondere:<br>• Rheologisches Verhalten<br>• Mechanisches Verhalten<br>• Thermisches Verhalten<br>• Elektrisches Verhalten<br>• Optisches Verhalten<br>• Verhalten gegen Umwelteinflüsse<br>• Prüfverfahren für Schaumstoffe<br>• Prüfverfahren für Duroplaste<br>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** | \|*Lernziele und Kompetenzen: Kunststoff-Fertigungstechnik*\|<br>*Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden*<br>Die Studierenden<br>• kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoff-Fertigungstechnik.<br>• kennen die zur Fertigung benötigten Maschinen und Anlagen, inkl. Peripherie wie Kühlgeräte, Mischer, Trockner und Handhabungsgeräte.<br>• können die Werkzeugtechnik mit Eigenschaften und Funktionen der einzelnen Elemente erläutern.<br>• können Spritzgießwerkzeuge mit verschiedenen Werkzeugsystemen, Normalien, Oberflächen, Angussarten (Kalt- und Heißkanal), Entlüftung und Einsätzen erläutern.<br>• verstehen werkzeugbezogene Fertigungsprobleme (bspw. Werkezugdeformation, Überspritzen, Brenner), deren Folgen und Durchführung von Abhilfemaßnahmen.<br>• kennen Extrusionswerkzeuge und deren Bauformen.<br>• kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffcharakterisierung und -analytik.<br>• kennen und verstehen von geeigneten Messverfahren, um spezielle Eigenschaften von Kunststoffen und Bauteilen zu bestimmen.<br>• verstehen und erläutern von behandelten Mess- und Analyseverfahren.<br>*Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren*<br>Die Studierenden<br>• können ein Werkzeugkonzept für ein gegebenes Bauteil erstellen.<br>• können benötigte Maschinen und Anlagen zur Fertigung eines Kunststoffprodukts auswählen und evaluieren.<br>• bewerten bestehende Werkzeuge hinsichtlich Funktion und Bauweise.<br>• bewerten und klassifizieren geeignete Mess- und Analyseverfahren hinsichtlich Kenngrößen wie Aufwand, Kosten und Genauigkeit für ein gegebenes Aufgabenszenario.<br>• benennen und beurteilen auftretende Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Charakterisierung und Analyse von Material- und Bauteileigenschaften besonderer Bauteile.<br>• können eine bewertende Darstellung der Eignung von Bauteilen und Kunststoffen für spezielle Einsatzszenarien aus der Kenntnis von Messgrößen anfertigen.<br>• ermitteln eine begründete Auswahl von Messverfahren, um die Eignung von Kunststoffen und Bauteilen für ein spezielles Einsatzszenario zu bewerten. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 2 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97321 | **Konstruieren mit Kunststoffen und Technologie der Verbundwerkstoffe**<br>Plastics engineering II | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Konstruieren mit Kunststoffen (2 SWS, WiSe 2025)<br>Vorlesung: Technologie der Verbundwerkstoffe (2 SWS, SoSe 2025) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden:<br>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen für die Konstruktion mit Kunststoffen.<br>• Kennen die Vorgangsweise beim Erstellen einer Konstruktion mit Bauteilen aus Kunststoff.<br>• Verstehen, wie sich die speziellen Eigenschaften der Kunststoffe auf die Konstruktion auswirken.<br>• Kennen und Verstehen die wichtigen Punkte bei der Erstellung einer Simulation.<br>• Kennen die verschiedenen Hilfsmittel bei Erstellung einer Konstruktion, wie etwa Werkstoffdatenbanken und Simulationen und können diese Anwenden.<br>• Können für eine gegebene Konstruktionsaufgabe verschiedene Werkstoffe auswählen und bewerten<br>• Können einen Werkstoff für ein gegebenes Anforderungsprofil sowie kunststoff- und fertigungsgerechte Konstruktion eines Bauteils auswählen.<br>• Können eine kritische, bewertende Betrachtung von Bauteilen hinsichtlich Werkstoffauswahl und Konstruktion durchführen.<br>• Können Simulationsergebnissen bewerten und daraus sinnvolle Maßnahmen für die Konstruktion ableiten.<br>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen im Bereich der Faserverbundkunststoffe.<br>• Kennen die verschiedenen Halbzeuge und deren verfügbare Konfektionierung.<br>• Kennen und Verstehen die Verarbeitung von faserverstärkten Formmassen.<br>• Kennen die Struktur und die besonderen Merkmalen der unterschiedlichen Ausprägungen und Werkstoffe von Fasern und Matrix und können diese erläutern.<br>• Verstehen die Auslegung, die Verbindungstechnik und die Simulation von faserverstärkten Bauteilen.<br>• Können ein werkstoff- und belastungsgerechten Faserverbundbauteil auslegen und konstruieren.<br>• Können Faserverbundbauteile hinsichtlich Werkstoffauswahl, Gestaltung und Konstruktion beurteilen.<br>• Können Simulationsergebnisse zu Faserverbundbauteilen beurteilen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlene Kenntnisse:<br>• Eigenschaften, Verarbeitungsverfahren und Konstruktionsweisen von faserverstärkten Kunststoffen<br>• Rechnergestützte Produkt- und Prozessentwicklung in der Kunststofftechnik |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (120 Minuten)<br>elektronische Prüfung, über 75% MultipleChoice |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 2 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer |
| 5 | **Inhalt** | Das Modul Kunststoffe und ihre Eigenschaften stellt aufbauend auf die Vorlesung Werkstoffkunde die verschiedenen Kunststoffe und ihre spezifischen Eigenschaften vor.<br>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.<br>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.<br>Die behandelten Kunststoffe sind insbesondere:<br>• Polyolefine<br>• Duroplaste<br>• Elastomere<br>• Polyamide und Polyester<br>• Amorphe/ optische Kunststoffe<br>• Hochtemperaturkunststoffe<br>• Faserverbundwerkstoffe<br>• Klebstoffe<br>• Hochgefüllte Kunststoffe<br>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*<br>Die Studierenden<br>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen zu den Kunststoffen und können diese anwenden.<br>• Kennen die vorgestellten Kunststoffe mit ihren Eigenschaften und Einsatzgebieten.<br>• verstehen die Eigenschaften der vorgestellten Kunststoffe mit den jeweils spezifischen Merkmalen und kennen ihre Herstellung und wichtige Fertigungsverfahren.<br>• 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).<br>• können exemplarische Bauteile zu den jeweiligen Kunststoffen fundiert zuordnen. |

| | | |
|---|---|---|
| | | *Fachkompetenz: Analysieren, Evaluieren und Erschaffen*<br>Die Studierenden<br>• erstellen anforderungsbezogene Bewertungen der verschiedenen Kunststoffe und bewerten die Auswahl eines Kunststoffs für einen beispielhaften Anwendungsfall.<br>• erarbeiten eine Werkstoffsubstitution mit einem passenden Kunststoff: Bewertung des einzusetzenden Kunststoffs sowie Auswahl eines geeigneten Fertigungsverfahrens (Wissenstransfer aus den Vorlesungen Produktionstechnik und Kunststoffverarbeitung). |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| | | • Können Simulationsergebnissen bewerten und daraus sinnvolle Maßnahmen für die Konstruktion ableiten. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur<br>Klausur, 60 Minuten<br>elektronische Prüfung, über 75% MultipleChoice |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>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**<br>95260 | **Kunststoffverarbeitung**<br>Polymer processing | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Kunststoffverarbeitung (2 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.<br>Anschließend werden die folgenden Verarbeitungsverfahren vorgestellt:<br>• Extrusion<br>• Spritzgießen mit Sonderverfahren wie z. B. Mehrkomponententechnik<br>• Pressen<br>• Warmumformen<br>• Schäumen<br>• Herstellung von Hohlkörpern<br>• Additive Fertigung<br>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*<br>Die Studierenden<br>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffverarbeitung.<br>• Verstehen die Eigenschaften von Thermoplastschmelzen bei der Kunststoffverarbeitung, und können dabei das erlangte Wissen aus der Werkstoffkunde anwenden.<br>• Verstehen die Aufbereitungstechnik und die verschiedenen Fertigungsverfahren in der Kunststoffverarbeitung.<br>• Können aufzeigen, welche Gründe zur Entwicklung der jeweiligen Verfahren geführt haben und wofür diese eingesetzt werden.<br>• Können den Prozessablauf der benötigten Maschinen und Anlagen sowie die Merkmale und Besonderheiten jedes vorgestellten Verfahrens erläutern.<br>• Können exemplarische Bauteile zu den jeweiligen Fertigungsverfahren zuordnen.<br>*Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren*<br>Die Studierenden<br>• Bewerten anforderungsbezogen die verschiedenen Fertigungsverfahren. |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Klassifizieren die einzelnen Prozessschritte der jeweiligen Verfahren hinsichtlich Kenngrößen wie bspw. Zykluszeit und Energieverbrauch.<br>• Analysieren und benennen die auftretenden Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Fertigung spezieller Kunststoffbauteile.<br>• Können Kriterien für die Fertigung aus gegebenen Bauteilanforderungen ableiten und davon geeignete Fertigungsverfahren oder Kombinationen auswählen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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<br><br>Limper, A.: Verfahrenstechnik der Thermoplastextrusion, Hanser Verlag 2011<br><br>Ehrenstein, G.W.: Handbuch Kunststoff-Verbindungstechnik, Hanser Verlag 2004<br><br>Johannaber, F.: Handbuch Spritzgießen, Hanser Verlag 2001 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>528791 | **Kunststoffcharakterisierung und -analytik**<br>Characterization and analysis of plastics | **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:<br>• Rheologisches Verhalten<br>• Mechanisches Verhalten<br>• Thermisches Verhalten<br>• Elektrisches Verhalten<br>• Optisches Verhalten<br>• Verhalten gegen Umwelteinflüsse<br>• Prüfverfahren für Schaumstoffe<br>• Prüfverfahren für Duroplaste<br>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*<br>Die Studierenden<br>• kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffcharakterisierung und -analytik.<br>• kennen und verstehen geeignete Messverfahren, um spezielle Eigenschaften von Kunststoffen und Bauteilen zu bestimmen.<br>• verstehen und erläutern behandelte Mess- und Analyseverfahren.<br>*Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren*<br>Die Studierenden<br>• bewerten und klassifizieren geeignete Mess- und Analyseverfahren hinsichtlich Kenngrößen wie Aufwand, Kosten und Genauigkeit für ein gegebenes Aufgabenszenario.<br>• benennen und beurteilen auftretende Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Charakterisierung und Analyse von Material- und Bauteileigenschaften besonderer Bauteile.<br>• können eine bewertende Darstellung der Eignung von Bauteilen und Kunststoffen für spezielle Einsatzszenarien aus der Kenntnis von Messgrößen anfertigen.<br>• ermitteln eine begründete Auswahl von Messverfahren, um die Eignung von Kunststoffen und Bauteilen für ein spezielles Einsatzszenario zu bewerten. |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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<br><br>Ehrenstein, G.W.; Riedel, G.; Trawiel, P.: Praxis der Thermischen Analyse von Kunststoffen; 2. Aufl. Carl Hanser Verlag, München 2003 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>46900 | **Kunststofftechnik - Technologie der Verbundwerkstoffe**<br>Fiber Composites | **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:<br>• Einführung<br>• Verstärkungsasern<br>• Matrix<br>• Fasern und Matrix im Verbund<br>• Verarbeitung (Duroplaste und Thermoplaste)<br>• Auslegung (klassische Laminattheorie)<br>• Gestaltung und Verbindungstechnik<br>• Simulation<br>• Mechanische Prüfung und Inspektion |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden:<br>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen im Bereich der Faserverbundkunststoffe.<br>• Kennen die verschiedenen Halbzeuge und deren verfügbare Konfektionierung.<br>• Kennen und Verstehen die Verarbeitung von faserverstärkten Formmassen.<br>• Kennen die Struktur und die besonderen Merkmalen der unterschiedlichen Ausprägungen und Werkstoffe von Fasern und Matrix und können diese erläutern.<br>• Verstehen die Auslegung, die Verbindungstechnik und die Simulation von faserverstärkten Bauteilen.<br>• Können ein werkstoff- und belastungsgerechten Faserverbundbauteil auslegen und konstruieren.<br>• Können Faserverbundbauteile hinsichtlich Werkstoffauswahl, Gestaltung und Konstruktion beurteilen.<br>• Können Simulationsergebnisse zu Faserverbundbauteilen beurteilen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur<br>Klausur, 60 Minuten |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Ehrenstein, G.W.:Faserverbund-Kunststoffe, München Wien, 2006 |

# 8 Gießereitechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97086 | **Gießereitechnik 1**<br>Casting technology 1 | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: 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<br>• Gusslegierungen und Legierungselemente<br>• Gießverfahren mit Dauerformen: Druckguss, Thixomolding<br>• Werkzeugtechnologie im Bereich der Dauerformverfahren<br>• Feinguss unter Einbeziehung additiver Verfahren<br>• Kopplung von Prozess- und Bauteileigenschaften<br>• Gieß- und bearbeitungsgerechtes Konstruieren<br>• Advanced Technologies im Bereich Gießereitechnik<br>• Ansätze für nachhaltigere Gießereiverfahren/ Gussbauteile<br>• Qualitätssicherung und Prüfverfahren von Gussbauteilen<br>• Fügetechnik von Gussbauteilen |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>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.<br>Die zu vermittelnden Kenntnisse sind im Einzelnen:<br>• 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.<br>• Wissen über die Nomenklatur, Unterteilung und Hauptgruppen von Aluminiumlegierungen sowie den Einflüssen bestimmter Legierungselemente und industriell üblicher Legierungen für bestimmte Anwendungsfelder.<br>• Wissen über Abläufe und Anpassungsmöglichkeiten des Druckguss- und Thixomolding-Verfahrens im Hinblick auf verfahrenstechnische Besonderheiten (Formfüllung, Trennstoffe, Legierungsreinigung, Wärmeübergänge)<br>• Wissen über prozessspezifische Anforderungen und Auslegungskriterien sowie sensorischer Applikationen und konstruktiven Neuerungen (z.B. Leichtbauwerkzeuge) innerhalb der Werkzeugtechnologie im Bereich der Dauerformverfahren<br>• Wissen über die Einordnung des Feingusses nach dem Wachsausschmelzverfahren sowie über die Möglichkeiten und Abgrenzung additiver Modellherstellung zur konventionellen |

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

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

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

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

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

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

Analysieren

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

Evaluieren (Beurteilen)

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

Erschaffen

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

| | | |
|---|---|---|
| | | Bauteile für verschiedenste Anwendungsfelder und gießtechnische Herstellungsverfahren zu gestalten. Des Weiteren sind sie im Stande Bauteilschwachstellen zu identifizieren und Abhilfestrategien zu erarbeiten. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien und Prozessschwerpunkte für neuartige Gießverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung gießtechnischer Produkte anzuwenden.<br>Lern- bzw. Methodenkompetenz<br>Befähigung zur selbständigen Gestaltung von gusstechnischen Produkten und Gießprozessen gemäß erlernten Restriktionen sowie Beurteilung vorhandener Optimierungspotentiale hinsichtlich prozess-, material- und umwelttechnischer Aspekte anhand der erlernten Bewertungsschemata.<br>Selbstkompetenz<br>Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen in fachlicher Hinsicht.<br>Sozialkompetenz<br>Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen konstruktive Rückmeldungen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel (120 Minuten)<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 120 |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br>Klausur, 100% |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller |
| 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;2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97089 | **Werkstoffcharakterisierung in Urform- und Fügetechnik**<br>Material characterization in original molding and joining technology | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Werkstoffcharakterisierung in Urform- und Fügetechnik (4 SWS) | 5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Fabian Teichmann | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller |
| 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;2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>93480 | **Data Acquisition, Processing and Analysis in Manufacturing Engineering and Material Science (vhb)** | **6 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Online-Kurs: Data Acquisition, Processing and Analysis in Manufacturing Engineering and Material Science (4 SWS) | 6 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller<br>Edgard Moreira Minete | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller |
| 5 | **Inhalt** | Ziel des Kurses ist es, den Studierenden weiterführende Einblicke in die Urform- und Fügetechnik zu ermöglichen und konkretes Wissen zur Anwendung algorithmischer Datenverarbeitung auf Problemstellungen aus diesen Gebieten zu vermitteln. Die hierzu erforderlichen Methoden aus Datenverarbeitung und Statistik werden den Studierenden im Rahmen des Kurses ebenso vermittelt wie das erforderliche werkstofftechnische und fertigungstechnische Hintergrundwissen.<br>Struktur von Vorlesung<br>1) Datenanalyse: Methodenwissen und Grundlagen statistischer Verfahren<br>2) Fertigungsverfahren: Weiterführendes Wissen zur Urform- und Fügetechnik<br>3) Modellierung von Materialeigenschaften<br>4) Werkstoffprüfung: Einfluss fertigungstechnisch bedingter Wärme auf mechanische Eigenschaften und Mikrostruktur<br><br>Übungen:<br>Anwendung unterschiedlicher Methoden der Datenverarbeitung |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden erhalten vertiefende Einblicke in spezifische Problemstellungen Urform- und Fügetechnik. Zudem erlangen sie konkretes, methodisches Wissen zur Anwendung algorithmischer Datenverarbeitung auf reale Problemstellungen der Urform- und Fügetechnik. Die hierzu erforderlichen Methoden aus Datenverarbeitung und Statistik werden den Studierenden im Rahmen des Kurses ebenso vermittelt wie das erforderliche werkstofftechnische und fertigungstechnische Hintergrundwissen.<br><br>Kompetenzen:<br>• Die Studierenden kennen verschiedene Methoden der Datenanalyse<br>• Die Studierenden haben einen Überblick über die Grundlagen computergestützter statistischer Verfahren<br>• Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der Datenanalyse auf typische Herausforderungen in der Materialwissenschaft und Fertigungstechnologien anzuwenden.<br>• Die Studierenden verstehen Fertigungstechnologien, wie z.B. Gießen, Schweißen, additive Verfahren. |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Die Studierenden verstehen verschiedene Materialeigenschaften.<br>• Die Studierenden haben einen detaillierten Einblick in die Werkstofftechnik, wie z.B. Werkstoffprüfung, Fraktographie, etc.<br>• Die Studierenden sind in der Lage, Kenntnisse über Datenanalysemethoden auf verschiedene Bereiche zu übertragen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Es werden grundlegende Kenntnisse zu den Fertigungsverfahren vorausgesetzt. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (60 Minuten)<br>Präsenzklausur von 60 Min. an der FAU |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%)<br>Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | in jedem Semester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h (Online)<br>Eigenstudium: 120 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch<br>Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Ilschner, B.; Singer, R.F. (2016): Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik, Springer Berlin, Heidelberg<br>• Francis, L. F., Stadler, B. J. H., & Roberts, C. C. (2016). Materials Processing: A Unified Approach to Processing of Metals, Ceramics and Polymers. Elsevier Inc.<br>• Campbell, J. (2011). Complete casting handbook: [E-Book] : metal casting processes, metallurgy, techniques and design / John Campbell. Oxford, UK ; Waltham, MA: Elsevier Butterworth-Heinemann.<br>• Matting, A., Stieler, C. (1939). Die Metallurgie des Schweißens. In: Bierett, G., Diepschlag, E., Klöppel, K., Matting, A., Stieler, C. (eds) Schweißtechnik im Stahlbau. Springer, Berlin, Heidelberg. |

# 9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement

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

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

| | | |
|---|---|---|
| | | ◦ Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen<br>◦ die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen<br>◦ Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben<br>◦ Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen<br>◦ die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren<br>◦ die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen<br>◦ mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren<br>◦ statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren<br>◦ Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln<br>◦ statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen<br>◦ die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 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<br>• Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Masing Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, München 2021 |

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

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

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

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

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

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

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

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

**Content:**

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

stresses and creep; Dimensional standards: gauge blocks, feeler gauges, limit gauges

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

frequency stability), methods for stabilising He-Ne lasers (Lamb-dip, external absorption cell, intensity equality with Zeeman splitting, intensity equality of orthogonally linearly polarised modes), measurement of beat frequency, optical frequency comb, traceability of length measurement (short distances), realisation of metre definition, traceability of length measurement (long distances); absolute interferometry: multi-wavelength interferometer; interferometer set-ups: surface mirrors, prisms, retroreflectors, beam splitters, plane-parallel plate, rotating wedge pair, linear polarisers - beam-splitting polarisers, lambda/2 and lambda/4 plates, Faraday isolator, modular systems, set-up variants, measurement errors and measurement circuits, compact interferometers (e.g. homodyne interferometer), combination of tilt invariance and lateral displacement, adjustment of interferometers; application of interferometers: precision length comparator, calibration interferometer, laser tracer, multilateration, laser vibrometry, interference comparator

- Angle and inclination measuring technology: angle measurement and tasks: plane angle, solid angle, measuring tasks; angle measuring standards: single angle standards, angle end measures, sine ruler, sine angle adjuster, tangent ruler, angle prism adjustable, mechanical circular graduation standards, optical circular graduation standards, angle encoder (optical or inductive), mirror polygon, pentaprism; angle measuring instruments: protractor, universal protractor, angle encoder (incremental absolute coded); measurement deviations: vertex and limb coverage, double reading (180° reading); inclination measurement: spirit levels, bubble levels, coincidence bubble, hose level, clinometer/ inclinometer (MEMs, force compensation sensors); optical angle measuring instruments: Telescope, collimator, graticules, collimator and telescope, autocollimator (visual and electronic reading), autocollimator applications (angular displacement, straightness measurement, squareness measurement, calibration of rotary tables), sextant, theodolite and tachymeter, laser tracker, angle measurement with laser interferometers, calibration interferometer
- Geometric product specification and verification (GPS): fundamentals of GPS: systematics of shape deviation types (dimensional, form, positional and surface quality deviations), classification system for shape deviations, geometric tolerances, development of standardisation and metrology, system of geometric product specification, ISO GPS matrix, principles, duality principle, operators, definition of terms of geometry elements (nominal, real, recorded and assigned geometry element, ...), standard geometry elements; tolerances of length dimensions: size dimensions, specification modifiers for length dimensions, tolerances of length

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

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

| | | |
|---|---|---|
| | | (3D; DIN EN ISO 25178-2): evaluation of an area topography, height parameters, hybrid parameters, area material proportion curve, topographic elements; scattered light parameters: variance of the distribution curve |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Wissen<br>• Die Studierenden können die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen.<br>• Die Studierenden können die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken nennen.<br>• Die Studierenden können Messaufgaben, deren Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.<br>Verstehen<br>• Die Studierenden können Messergebnisse und das zugrunde liegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.<br>Anwenden<br>• Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernte implementieren.<br>• Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen.<br>Analysieren<br>• Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und analysieren.<br>• Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung selbstständiges erkennen.<br>• Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevorraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I". |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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<br>• 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<br>• Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9<br>• Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5<br>• Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9<br>• Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2<br>• Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2<br>• Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5<br>• Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969<br>• Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 ISBN 978-3-410-21196-9<br>• Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012<br>• *Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik*<br>• [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präszision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3Gl0<br>• [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]http://www.koordinatenmesstechnik.de/<br>• [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| | | • Messen der Feuchte: Grundlagen (Messgröße Feuchte), Gasfeuchtemessung, Materialfeuchtemessung<br>**Content:**<br>• 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<br>• 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<br>• Measurement of density: Measurand density, Classification of density measurement methods, measurement procedures for solid, liquid and gaseous substances<br>• 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<br>• Measurement of flow: Measurand flow, Classification of flow measurement methods, Volumetric measurement methods, Mass flow measurement<br>• Measurement of filling level and limit state: Fundamentals (Measurands filling level and limit state, tanks, classification), Measuring methods<br>• Measurement of humidity: Fundamentals (Measurand humidity), Gas humidity measurement, Material humidity measurements |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>• Die Studierenden kennen die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Prozessmesstechnik.<br>• Die Studierenden können Messaufgaben, die Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.<br>Verstehen |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Die Studierenden können Messergebnissen und der zugrundeliegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.<br>• Die Studierenden verstehen die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen.<br>Anwenden<br>• Die Studierenden können Messaufgaben in den genannten Bereichen analysieren und beurteilen.<br>• Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik bewerten.<br>• Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik eigenständig auswählen.<br>Analysieren<br>•<br>  ◦ 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** | 9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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<br>• Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 ISBN 3-540-62672-7<br>• 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<br>• 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<br><br>*Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik*<br><br>• [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präszision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3Gl0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>96930 | **Rechnergestützte Messtechnik**<br>Computer-aided metrology | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Übung: Rechnergestützte Messtechnik - Übung (2 SWS) | - |
| 3 | Lehrende | Yujie Zhong<br>Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte | |

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

| | | |
|---|---|---|
| | | Halbleiterspeicher (statische und dynamische, FIFO) Anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs) Programmierbare logische Schaltung (PLDs, Programmierbarkeit, Vorteile, Anwendungen, Programmierung) Rechnerarten<br>*Bussysteme:* Bussysteme (Master, Slave, Arbiter, Routing, Repeater) Arbitrierung Topologien (physikalische und logische Topologie, Kennwerte, Punkt-zu-Punkt-Topologie, vermaschtes Netz, Stern-Topologie, Ring-Topologie, Bus-Topologie, Baum-Topologie, Zell-Topologie) Übertragungsmedien (Mehrdrahtleitung, Koaxialkabel, Lichtwellenleiter) ISO-OSI-Referenzmodell Physikalische Schnittstellenstandards (RS-232C, RS-422, RS-485) Feldbussysteme, GPIB (IEC-625-Bus), Messgerätebusse<br>*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<br>*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<br>*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<br>*Schaltungs- und Leiterplattenentwurf:* Leiterplatten Leiterplattenmaterial Leiterplattenarten Durchkontaktierungen Leiterplattenentwurf und -entflechtung Software Leiterplattenherstellung<br>*Contents*<br>*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<br>*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<br>Wissen<br>• Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben.<br>• Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen<br>Verstehen<br>•<br>o Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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<br><br>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<br><br>Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5<br><br>Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 ISBN 978-3-642-22608-3<br><br>Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4<br><br>H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0.<br><br>Best, Roland: Digitale Meßwertverarbeitung. Oldenbourg München, 1991 - ISBN 3-486-21573-6.<br><br>E DIN IEC 60050-351:2013-07 International Electrotechnical Vocabulary Part 351: Control technology / Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 351: Leittechnik.<br><br>DIN 44300:1982-03 Informationsverarbeitung; Begriffe.<br><br>DIN 44300-1:1995-03 Informationsverarbeitung - Begriffe - Teil 1: Allgemeine Begriffe.<br><br>DIN 40900-12:1992-09 Graphische Symbole für Schaltungsunterlagen; Binäre Elemente. |

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

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

synthetische Wellenlänge, Anwendung der Fizeau-Interferometrie, Einfluss der Referenzfläche, Dreiplattentest, Interferometrie streifendem Einfall, Twyman-Green Interferometer, Einsatzgrenzen), Deflektometrische Formmessung (Überblick Deflektometrie, Grundprinzip, Autokollimator, Extended Shear Angle Difference Methode, flächenhafte Deflektometrie, Einsatzgrenzen)

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

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

**Spezifikation und Messung optischer Komponenten:** Zeichnungen für optische Elemente und Systeme, Messung geometrischer Spezifikationen, Materialspezifikation, Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Messung der Oberflächenformabweichungen (Passe) mit Probegläsern, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, Messung geometrischer Spezifikationen

**Mikro- und Nanomesstechnik:** Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoodinatensysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung

**Filter:** Filterung von Topografiedaten, Analoge Filter, Digitale Filter (Gauß-Filter, Gauß-Filter für geschlossene Profile, Spline-Filter,

| | | |
|---|---|---|
| | | Gauß‘sches Regressionsfilter, Robuste Profilfilterung, Morphologische Filter - Dilatation und Erosion, Empfehlung zur Verwendung linearer und robuster Profilfilter) |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz Wissen<br>• Die Studierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik.<br>• Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben<br>• Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen.<br><br>Fachkompetenz Verstehen<br>• Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern.<br>• Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen.<br>• Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren.<br><br>Fachkompetenz Anwenden<br>• Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen.<br>• Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren.<br><br>Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen)<br>• Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren.<br>• 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.<br><br>Fachkompetenz Erschaffen<br>• Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Eine Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Fertigungsmesstechnik 1" wird empfohlen, ist jedoch keine Teilnahmevorraussetzung. |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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<br>• 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<br>• Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9<br>• Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5<br>• Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9<br>• Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2<br>• Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2<br>• Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012<br>• Hausotte, Tino: Nanopositionier- und Nanomessmaschinen - Geräte für hochpräzise makro- bis nanoskalige Oberflächen- |

| | | |
|---|---|---|
| | | und Koordinatenmessungen. Pro Business Verlag, 2011 - ISBN 978-3-86805-948-9<br>• David J. Whitehouse: Handbook of Surface and Nanometrology, Crc Pr Inc., 2010 - ISBN 978-1420082012 |

# 11 Elektrotechnik/EEI

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle |
| 5 | **Inhalt** | • Einführung in die Sensorik<br>• Wandlerprinzipien<br>• Sensor-Parameter<br>• Sensor-Technologien<br>• Messung mechanischer Größen<br>• Chemo- und Biosensoren |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• geben die Grundbegriffe und -strukturen der Sensorik und Aktorik wieder<br>• klassifizieren Sensoren anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte<br>• beschreiben, skizzieren und vergleichen die behandelten Wandlerprinzipien und Technologien zur Herstellung von Sensoren<br>• kennen die behandelten Sensor-Parameter und beurteilen Sensoren anhand dieser<br>• beschreiben und charakterisieren die behandelten Sensoren zur Messung mechanischer Größen<br>• analysieren Elemente der Sensor- und Aktortechnik sowie Schaltungen zur Weiterverarbeitung und Auswertung von Messgrößen<br>• 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** | 11 Elektrotechnik/EEI Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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<br><br>Hering, Eckert: "Sensoren in Wissenschaft und Technik - Funktionsweise und Einsatzgebiete", 2. Aufl. 2018, Springer Fachmedien Wiesbaden<br><br>Mitchell, H. B.: "Data fusion: concepts and ideas", 2012, Springer |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97040 | **Einführung in die Regelungstechnik**<br>Introduction to control engineering | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Thomas Moor |
| 5 | **Inhalt** | Grundlagen der klassischen Regelungstechnik<br>• Lineare zeitinvariante Eingrößensysteme im Frequenz- und Zeitbereich<br>• Sensitivitäten des Standardregelkreises<br>• Bode-Diagramm und Nyquist-Kriterium<br>• Entwurf von Standardreglern<br>• Algebraische Entwurfsmethoden<br>• Erweiterte Regelkreisarchitekturen<br>Anwendungsstudien aus den Bereichen<br>• Mechanische Systeme<br>• Verfahrenstechnische Prozesse |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Teilnehmer<br>• erklären und illustrieren die vorgestellten Entwurfsziele und Entwurfsverfahren anhand von Beispielen,<br>• erkennen elementare mathematische Zusammenhänge zwischen Systemtheorie und Reglerentwurf,<br>• können die vorgestellten Entwurfsverfahren auf einfache Anwendungsfälle anwenden und kritisch hinterfragen,<br>• erkennen im Anwendungskontext gegenläufige oder sich ausschließende Entwurfsziele. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 11 Elektrotechnik/EEI Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |

| | | |
|---|---|---|
| 16 | **Literaturhinweise** | Unbehauen, H.: Regelungstechnik I, Vieweg, 1982<br><br>Glattfelder, A.H., Schaufelberger, W.: Lineare Regelsysteme, VDH Verlag, 1996<br><br>Goodwin, G.C., et al.: Control System Design, Prentice Hall, 2001 |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| | | • beobachterbasierte Zustandsregelungen durch Eigenwertvorgabe entwerfen.<br>• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlene Vorkenntnisse: Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A) |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 11 Elektrotechnik/EEI Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br>Die Summe der in den Online-Tests erzielten Punktzahl wird zu max. 10% auf die Klausurpunktzahl angerechnet. Hiermit ist eine Verbesserung der Klausurbewertung um bis zu 0,7 Notenpunkte möglich. Die Anrechnung erfolgt nur, wenn Sie die Prüfung an sich mit der Mindestnote 4,0 bestanden haben. Der Bonus kann nur einmal im Prüfungszeitraum der Vorlesung angerechnet werden, entweder zum Haupttermin nach Vorlesungsende oder zum Nachholtermin im Folgesemester, wenn der Haupttermin nicht wahrgenommen wurde. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%)<br>Die Summe der in den Online-Tests erzielten Punktzahl wird zu max. 10% auf die Klausurpunktzahl angerechnet. Hiermit ist eine Verbesserung der Klausurbewertung um bis zu 0,7 Notenpunkte möglich. Die Anrechnung erfolgt nur, wenn Sie die Prüfung an sich mit der Mindestnote 4,0 bestanden haben. Der Bonus kann nur einmal im Prüfungszeitraum der Vorlesung angerechnet werden, entweder zum Haupttermin nach Vorlesungsende oder zum Nachholtermin im Folgesemester, wenn der Haupttermin nicht wahrgenommen wurde. |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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<br>• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994<br>• H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004<br>• T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980<br>• G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995<br>• D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979<br>• J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 |

| | | |
|---|---|---|
| | | • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020<br>• L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974<br>• W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97360 | **Digitale Regelung**<br>Digital control | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | 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:<br>• quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer<br>• zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsdifferenzengleichung oder z-Übertragungsfunktion<br>• Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit<br>• Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, Intersampling-Verhalten". |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise.<br>• leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsdifferenzengleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her.<br>• analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen.<br>• entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse.<br>• 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:<br>• Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT)<br>• Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B) |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 11 Elektrotechnik/EEI Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br>Schriftliche Prüfung (Klausur, mit 90 Minuten Dauer). |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>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<br>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:<br>• Dynamical systems: state space formulation, physical examples, linearization<br>• Frequency domain: Laplace transform, analysis and control based on transfer functions<br>• Time domain: analysis, control and observer design based on state space models |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | The students will be able to<br>• describe dynamical systems by differential equations<br>• compute a linearized model for nonlinear systems<br>• describe and analyze dynamical systems in the Laplace domain<br>• design basic controllers in the Laplace domain<br>• describe and analyze dynamical systems in the state space<br>• 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** | 11 Elektrotechnik/EEI Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel (90 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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.<br>• E. Hendricks, O. Jannerup, and P.H. Sørensen: Linear systems control: deterministic and stochastic methods, Springer, 2008.<br>• L. Padulo and M.A. Arbib: System Theory, W.B. Saunders Company, 1974.<br>• G.C. Goodwin, S.F. Graebe and M.E. Salgado: Control System Design, Prentice Hall, 2001.<br>• W.J. Rugh: Linear System Theory, Prentice Hall, 1996.<br>• C.T. Chen: Control System Design, Pond Woods Press, 1987.<br>• T. Kailath: Linear Systems, Prentice Hall, 1980. |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle |
| 5 | **Inhalt** | System thinking and integration<br>- Interactions of hardware and software<br>- Engineering design methods<br>Mechanical components<br>- Energy conductors and transformers<br>- Control elements and energy storages<br>Actuators<br>- Electrodynamical and electromagnetic actuators<br>- Fluid actuators and unconventional actuators<br>• Sensors for measuring mechanical quantities<br>• Control and information processing |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | On successful completion of this module, students will be able to:<br>• Holistically understand mechatronic systems and optimize them using methods of system integration, control, and information processing.<br>• Grundlegende mechanische Komponenten unterscheiden, charakterisieren, modellieren und im Rahmen des Systementwurfs auswählen und dimensionieren.<br>• Distinguish, characterize, model, and select basic mechanical components to dimension them in terms of system design.<br>• Describe electrodynamic, electromagnetic, fluid power, and unconventional actuators phenomenologically and mathematically to dimension them considering the overall system.<br>• Describe sensors for measuring mechanical quantities phenomenologically and mathematically and dimension them taking into account the overall system. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 5 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 11 Elektrotechnik/EEI Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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.<br>• Isermann, R. (2007). Mechatronische Systeme: Grundlagen. Springer.<br>• Janocha, H. (Ed.). (2013). Aktoren: Grundlagen und Anwendungen. Springer |

# 12 Informatik/AIBE

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>43722 | **Scientific Visualization**<br>Scientific visualization | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Übung: Tutorials to Scientific Visualization (2 SWS)<br>Vorlesung: Scientific Visualization (2 SWS) | 0 ECTS<br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther<br>Xingze Tian | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther |
| 5 | **Inhalt** | The amount of data, generated in the pursuit of scientific discovery, keeps rapidly increasing across all major scientific disciplines. How can we make sense of large, time-dependent, high-dimensional and multi-variate data? This lecture provides an introduction into scientific visualization. Throughout the course, we cover the fundamental perception basics needed to convey information accurately. After categorizing different data types based on their dimensionality, we dive deeper into specific techniques for scalar, vector and tensor valued data.<br><br>The lecture covers the following topics:<br>• visualization design basics (data abstraction, visual encoding of information),<br>• a review of scalar and vector calculus (differential properties, extremal and critical points),<br>• data structures and data acquisition techniques (grids, interpolation, and differentiation),<br>• indirect volume visualization (marching cubes and contour trees),<br>• direct volume visualization (ray marching and Monte Carlo rendering),<br>• elementary and line-based flow visualization (numerical integration, seeding, rendering),<br>• surface-based flow visualization (integration, selection, rendering),<br>• topology-based flow visualization (topological skeleton, bifurcations, feature flow fields),<br>• feature-based flow visualization (vortices, material boundaries, Lagrangian coherent structures),<br>• advanced methods (tensor visualization, uncertainty, ensembles) |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Students are able to:<br>• use perception basics to select appropriate visualization methods<br>• classify data and select appropriate visualization techniques<br>• calculate differential properties of scalar and vector fields<br>• identify features in scalar and vector-valued data<br>• implement numerical extraction algorithms<br>• learn the advantages and disadvantages of common visualization techniques |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 12 Informatik/AIBE Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>Electronic exam in presence with multiple choice questions (90 minutes) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%)<br>The final grade of the module is determined by the exam.<br><br>Exercise bonus:<br>• Obtaining more than 80% of the points across all theoretical exercises awards an exam bonus of a third grade. |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>43940 | **Echtzeitsysteme**<br>Real-time computing | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

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

- skizzieren die Verwaltungsgemeinkosten des schlimmsten Falls.
- entwickeln in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette für den ARM Cortex M4 Microcontroller an.
- erstellen Echtzeitanwendungen auf Basis der eCos OS-Schnittstelle
- ordnen die Strukturelemente von Echtzeitanwendungen zu: Aufgabe, Arbeitsauftrag und Faden.
- erläutern die Implikationen von zeitlichem Mehrfachbetrieb auf die Verwaltungsgemeinkosten.
- unterscheiden die Umsetzungsalternativen zur Ablaufsteuerung und die Trennung der Belange in Einplanung (Strategie) und Einlastung (Mechanismus).
- benennen die grundsätzliche Verfahren der Ablaufsteuerung (taktgesteuert, reihum, vorranggesteuert).
- erklären die grundlegenden Zeitparameter einer Aufgabe (Auslösezeitpunkt, Termin, Antwortzeit, Latenz, Ausführungszeit, Schlupfzeit).
- unterscheiden die Grundlagen der Planbarkeit (gültig vs. zulässig, Optimalität von Einplanungsalgorithmen).
- beschreiben den Unterschied zwischen konstruktiver und analytischer Einhaltung von Terminen-.
- vergleich die Möglichkeiten (statisch, dynamisch) der zeitliche Analyse von Echtzeitanwendungen.
- erklären die Grundlagen und Beschränkungen von dynamischer (worst-case?) und statischer WCET-Analyse (makroskopisch und mikroskopisch).
- illustrieren Lösungsverfahren zur Bestimmung des längsten Ausführungspfads (Timing Schema, IPET).
- erstellen Zeitmessung mittels Zeitgeber / Oszilloskop und bestimmen den längsten Pfad durch Code-Review.
- erproben werkzeuggestützte WCET-Analyse mittels des absint aiT Analysewerkzeugs.
- beschreiben die Grundlagen der Abfertigung periodischer Echtzeitsysteme (Periode, Phase, Hyperperiode).
- skizzieren das periodische Modell und dessen Folgen (Entwicklungskomfort vs. Analysierbarkeit).
- erklären die ereignisgesteuerte Ausführung (feste und dynamische Priorität, Verdrängbarkeit) mittels ereignisorienterter Planer (Berechnungskomplexität, MLQ-Scheduler, O(1)-Scheduler).
- unterscheiden die zeitgesteuerte Ausführung (Busy Loop, Ablaufplan)und die Abfertigung von Arbeitsaufträgen im Abfrage- bzw. Unterbrecherbetrieb.
- wenden die Grundlagen der ereignisgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme an.
- unterscheiden Verfahren zur statischen (RM, DM) und dynamischen Prioritätsvergabe (EDF, LRT, LST).

| | | |
|---|---|---|
| | | • nennen den Unterschied zwischen Anwendungs- und Systemebene (Mehrdeutigkeit von Prioritäten).<br>• erläutern den Optimalitätsnachweis des RM-, DM- und EDF-Algorithmus und dessen Ausnahmen.<br>• beschreiben grundlegende Verfahren zur Planbarkeitsanalyse (CPU-Auslastung, Antwortzeitanalyse).<br>• implementieren komplexe Aufgabensysteme in eCos.<br>• unterscheiden die Grundlagen der zeitgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme.<br>• erstellen regelmäßige, zyklische Ablaufpläne (cyclic executive model, Rahmen).<br>• vergleich Methoden der manuellen und algorithmischen Ablaufplanung.<br>• unterscheiden optimale von heuristischen Verfahren (List Scheduling, Branch & Bound).<br>• diskutieren die Konsequenzen eines Betriebswechsels in Echtzeitsystemen.<br>• erstellen takt- beziehungsweise ereignisgesteuerte Abläufe in eCos beziehungsweise tt-eCos.<br>• klassifizieren die Grundlagen der Abfertigung nicht-periodischer Echtzeitsysteme (minimale Zwischenankunftszeit).<br>• definieren die Verbindlichkeiten von nicht-periodischen Aufgaben (aperiodisch, sporadisch)<br>• zeigen die sich ergebenden Restriktionen des periodischen Modells (Mischbetrieb, Prioritätswarteschlangen, Übernahmeprüfung) auf.<br>• beschreiben die Basistechniken des Laufzeitsystems (Zusteller, Unterbrecherbetrieb, Hintergrundbetrieb).<br>• quantifizieren die Eigenschaften und Auswirkungen auf den periodischen Teil des Echtzeitsystems.<br>• formulieren die Grundlagen des Slack-Stealing.<br>• beschreiben den Einsatz von bandweite-bewahrenden Zustellern.<br>• unterscheiden aufschiebbare Zusteller und Sporadic Server (SpSL und POSIX).<br>• wenden eine Übernahmeprüfung bei sporadischen Aufgaben mittels dichte- oder schlupfbasierten Akzeptanztests an.<br>• arbeiten einen strukturierter Ablaufplan (Rahmen) aus und untersuchen den Einsatz von Slack-Stealing.<br>• ermitteln gerichtete Abhängigkeiten und Rangfolgen in Echtzeitanwendungen (Abhängigkeits- und Aufgabengraph).<br>• stellen Umsetzungsalternativen für Abhängigkeiten einander gegenüber (naiv, implizit, explizit).<br>• beschreiben das Konzept der zeitlichen Domänen und physikalischer bzw. logischer Ereignisse.<br>• übertragen Abhängigkeiten auf das Problem der Ablaufplanung (modifiziere Auslösezeitpunkt/Termin, Phasenversatz). |

| | | |
|---|---|---|
| | | • konzipieren Rangfolge und aperiodische Steuerung in eCos.<br>• implementieren einen aperiodischer Moduswechsel mit Zustandsüberführung in eCos.<br>• wenden die Grundlagen von Wettstreit um Betriebsmitteln, Konkurrenz und Konfliktsituationen (kritische Abschnitte, (un)kontrollierte Prioritätsumkehr) an.<br>• beschreiben echtzeitfähige Synchronisationsprotokolle (NPCS, PI, PCP).<br>• nennen die Vor- und Nachteile der Techniken (transitive Blockung, Verklemmungen).<br>• hinterfragen die Vereinfachung des PCP durch stapelbezogene Grenzprioritäten.<br>• bestimmen die Ablaufplanung unter Berücksichtigung von Blockierungszeiten und Selbstsuspendierung.<br>• implementieren Zugriffskontrolle (NPCS, PI, PCP) in Echtzeitanwendungen mit eCos.<br>• erläutern die Anforderungen an verteile Echtzeitsysteme (Komposition, Erweiterbarkeit, Komplexität, Ereignis- vs. Zustandsnachricht).<br>• fassen die Grundlagen von Knoten, Netzwerkschnittstellen und Netzübergängen sowie die Konzepte der expliziten und impliziten Flusskontrolle zusammen.<br>• erschließen sich typische Probleme (zeitliche Analyse, Beobachtbarkeit, Synchronisation, Rangfolge) und Fehlerquellen bei der Programmierung von Echtzeitanwendungen.<br>• können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten.<br>• können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.<br>• reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.<br>• können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich.<br>Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein, eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang nicht. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 12 Informatik/AIBE Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich (30 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | mündlich (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | Unregelmäßig |

| | | |
|---|---|---|
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 60 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Hermann Kopetz. Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers, 1997.<br>• Jane W. S. Liu. Real-Time Systems. Prentice-Hall, Inc., 2000.<br>• Wolfgang Schröder-Preikschat. Softwaresysteme 1. Vorlesungsfolien. 2006. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97090 | **Simulation und Modellierung I**<br>Simulation and modelling I | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Reinhard German |
| 5 | **Inhalt** | Das Modul vermittelt die Grundlagen der diskreten Ereignissimulation und beinhaltet<br>• diskrete Simulation<br>• analytische Modellierung (z.B. Warteschlangen)<br>• Eingabemodellierung (z.B. Fitting-Verfahren)<br>• Zufallszahlenerzeugung<br>• statistische Ausgabeanalyse<br>• Modellierungsparadigmen (u.a. Ereignis-/Prozessorientierung, Warteschlangen, Automaten, Petri-Netze, UML, graphische Bausteine)<br>• kontinuierliche und hybride Simulation<br>• Simulationssoftware<br>• Fallstudien<br>Content:<br>Overview of the various kinds of simulation<br>• discrete simulation (computational concepts, simulation of queuing systems, simulation in Java, professional simulation tools)<br>• required probability concepts and statistics, modeling paradigms (e.g., event/process oriented, queuing systems, Petri nets, UML statecharts)<br>• input modeling (selecting input probability distributions)<br>• random number generation (linear congruential generators and variants, generating random variates)<br>• output analysis (warm-up period detection, independent replications, result presentation)<br>• continuous and hybrid simulation (differential equations, numerical solution, hybrid statecharts)<br>• simulation software, case studies, parallel and distributed simulation. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• erwerben Kenntnisse über Verfahren und Realisierungsmöglichkeiten der diskreten Simulation mit Ausblick auf andere Simulationsarten<br>• erwerben Kenntnisse über statistische Aspekte der Simulation, die für die Anwendung wichtig sind<br>• wenden statistische Methoden zur Analyse und Bewertung von Eingabe- sowie Ausgabedaten an |

| | | |
|---|---|---|
| | | • erwerben praktische Erfahrung mit kommerziellen Simulationswerkzeugen<br>• erwerben Erfahrungen bei der Simulation in verschiedenen Anwendungsbereichen (u.a. Rechnernetze, Fertigungssysteme, Materialflusssysteme)<br>• entwickeln eigenständig anhand von Beispielaufgaben Simulationsmodelle unter Verwendung verschiedener Modellierungsparadigmen<br>• können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten<br>Learning targets and competences:<br>Students<br>• gain knowledge about methods and realization possibilities of discrete simulation with an outlook on other types of simulation<br>• gain knowledge of statistical aspects of simulation that are important for practice<br>• apply statistical methods for analysis and evaluation of input and output data<br>• gain hands-on experience with commercial simulation tools<br>• gain experience in simulation in various fields of application (including computer networks, manufacturing systems, material flow systems)<br>• independently develop simulation models on the basis of sample tasks using different modeling paradigms<br>• can work in groups cooperatively and responsibly |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | elementare Programmierkenntnisse, vorzugsweise in Java, Mathematikkenntnisse in Analysis, wie z.B. im 1. Semester der angewandten Mathematik vermittelt<br>Recommended background knowledge:<br>basic programming skills, preferably in Java, mathematics skills in analysis, such as taught in the first semester in applied mathematics. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 12 Informatik/AIBE Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br>Prüfungsleistung/examination: Klausur, benotet, 5 ETCS/written exam, graded, 5 ETCS<br>Dauer (in Minuten)/duration (in minutes): 90<br>Anteil an der Berechnung der Modulnote/Share in the calculation of the module grade: 100.0 %<br>Die im Rahmen der Übung gestellten (zwei-)wöchentlichen Übungsaufgaben müssen bestanden werden, um das Gesamtmodul anrechnen lassen zu können. Die Übung gilt als bestanden, wenn mindestens 50% der Punkte korrekt bearbeitet wurden.<br>Die Bearbeitung erfolgt in Gruppen von 3 oder 4 Studenten. Die Abgabe erfolgt in Präsenz zu dedizierten Übungsterminen. Wurden mindestens 70% der Punkte erreicht, wird die Endnote der bestandenen schriftlichen Prüfung entsprechend einer Notenstufe (0.3 oder 0.4) verbessert. |

| | | |
|---|---|---|
| | | Wurden mindestens 90% der Punkte erreicht, wird die Endnote der bestandenen schriftlichen Prüfung entsprechend zwei Notenstufe (0.6 oder 0.7) verbessert.<br>----------<br>The (bi-)weekly exercise tasks must be passed in order to receive credit for the entire module. The exercise is considered to be passed if at least 50% of the points have been correctly processed. The work is done in groups of 3 or 4 students. The submission is done in presence on dedicated exercise dates.<br>If at least 70% of the points are achieved, the grade of the passed written exam will be improved by one grade level (0.3 or 0.4).<br>If at least 90% of the points are achieved, the grade of the passed written exam will be improved by two grade levels (0.6 or 0.7). |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Law, "Simulation Modeling and Analysis, 5th ed., McGraw Hill, 2014 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>43945 | **Echtzeitsysteme 2**<br>Real-time computing 2 | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

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

| | | |
|---|---|---|
| | | • wenden Informationsredundanz zur Härtung von Daten- und Kontrollflüssen an.<br>• bewerten die Effektivität der arithmetischer Codierung von Programmen und verallgemeinern diesen Ansatz auf die verschiedenen Implementeirungsebenen (Maschinenprogramm zu Prozessinkarnation).<br>• interpretieren den Einfluss der Ausführungsplattform (Hardware, Betriebssystem) auf die Leistungsfähigkeit der Fehlererkennung.<br>• konzipieren eine fehlertolerante Ausführungsumgebung für ein softwarebasiertes TMR-System basierend auf ANBD-Codierung.<br>• nennen die Grundlagen der systematischen Fehlerinjektion.<br>• überprüfen die Wirksamkeit von Fehlertoleranzmechanismen mittels Fehlerinjektion auf der Befehlssatzebene.<br>• entwickeln Testfälle für die Fehlerinjektion mittels des fail** Werkzeugs.<br>• setzten Messergebnisse in Relation zu dem tatsächlichen Fehlerraum.<br>• beschreiben die Grundlagen der Fehlererholung (Vorwärts- bzw. Rückwärtskorrektur) und Reintegration fehlgeschlagener Knoten.<br>• vergleichen den Zustandstransfer am Beispiel der Running bzw. Recursive State Restoration.<br>• benennen Konzepte der Rückwärtskorrektur durch Entwurfsalternativen (Recovery Blocks).<br>• fassen die Grundlagen des dynamischen Testens zusammen.<br>• unterscheiden Black-Box und White-Box Testverfahren.<br>• konzipieren und implementieren Testfälle.<br>• überprüfen die Testüberdeckung anhand grundlegender Überdeckungskriterien (Anweisungs- bis Bedingungsüberdeckung).<br>• geben die Grundlagen der statischen Programmanalyse wieder.<br>• nennen die Funktionsweise von Hoare- WP-Kalkül.<br>• verifizieren eine Ampelsteuerung mittels des FramaC Werkzeugs zur statischen Analyse von C Programmen.<br>• beschreiben den Korrektheitsnachweis mittels abstrakter Interpretation und unterscheiden die konkrete von der abstrakten Programmsemnatik.<br>• erläutern die Funktionsweise von Sammel- und Präfixsemantiken.<br>• erstellen einen Korrektheitsbeweis für einen a-b-Filter mittels des Astrée Werkzeugs zur abstrakten Interpretation von C Programmen.<br>• bewerten die Verlässlichkeit kommerzieller, sicherheitskritischer Systeme anhand von Fallstudien (Sizewell B, Airbus A320). |

| | | |
|---|---|---|
| | | • erschließen sich typische Probleme und Fehlerquellen bei der Programmierung von eingebetteten Systemen im Allgemeinen.<br>• klassifizieren Fallstricke und Mehrdeutigkeiten in der Programmiersprache C99 im Besonderen.<br>• können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten.<br>• können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.<br>• reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.<br>• können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein.<br>Weiterhin sind grundlegende Kenntnisse über Echtzeitsystemeeine, zum Beispiel durch den Besuch der Veranstaltung "Echtzeitsysteme", empfohlen.<br>Eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang jedoch nicht. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 12 Informatik/AIBE Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | Unregelmäßig |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Reinhard German |
| 5 | **Inhalt** | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt! |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt! |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 12 Informatik/AIBE Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | mündlich (30 Minuten)<br>Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet, 7.5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % weitere Erläuterungen:<br>Die Modulprüfung besteht aus:<br>• Prüfungsleistung, zu erwerben durch erfolgreiche Teilnahme am Projekt und der Abgabe eines Projektberichtes im Umfang von ca. 20 Seiten.<br>• mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer<br><br>Die Note ergibt sich zu 50 Prozent aus dem Projektbericht und zu 50 Prozent aus der Leistung in der mündlichen Prüfung. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | mündlich (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt! |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | **Dauer des Moduls** | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt) |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>326311 | **Angewandte IT-Sicherheit**<br>Applied IT security | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling |
| 5 | **Inhalt** | Die Vorlesung gibt einen einführenden Überblick über Konzepte und Methoden der IT-Sicherheit und eignet sich als Einstieg in das Vertiefungsgebiet "IT-Sicherheit" an der FAU.<br>Themen (unter anderem): IT-Sicherheit vs. physische Sicherheit, Identifizierung und Authentifizierung, grundlegende Muster von Unsicherheit in technischen Systemen, grundlegende Abwehrmechanismen, ausgewählte Beispiele aus dem Bereich Systemsicherheit, Netzwerksicherheit und Softwaresicherheit.<br>In der Übung werden die Themen der Veranstaltung beispielhaft eingeübt. Themen (unter anderem): "lock picking", "social engineering", ausnutzen von Softwareschwachstellen.<br><br>**Wichtiger Hinweis:**<br><br>Ab dem Wintersemester 2022/23 wird die **neue Pflichtvorlesung “Sichere Systeme”** (1. Semester, Bachelor Informatik) die Einstiegsvorlesung in den Bereich IT-Sicherheit an der FAU sein. In dieser Rolle ersetzt sie sowohl “Angewandte IT-Sicherheit” (AppITSec) als auch “Einführung in die IT-Sicherheit” (EinfITSec).<br><br>**Für Informatik-Studierende, die AppITSec noch belegen wollen**, wird auf absehbare Zeit (mindestens bis Sommersemester 2024) die Prüfung in AppITSec angeboten. Die Vorlesungs- und Übungsinhalte sind über einen offenen StudON-Kurs zugreifbar. Bitte nutzen Sie für Fragen das dortige Forum oder die Sprechstunden der Veranstalter.<br>Im Wintersemester 2022/2023 wird eine schriftliche Klausur über 90 Minuten angeboten.<br><br>Link zum StudON-Kurs: *https://www.studon.fau.de/crs4774802.html* |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Teilnehmer erwerben einen Überblick über Konzepte und Methoden aus dem Bereich der IT-Sicherheit und können diese im Kontext der Informatik und der Lebenswirklichkeit anhand von Beispielen einordnen und erläutern. Die Studierenden können die wichtigsten Arten von Softwareschwachstellen in Programmen erkennen und benennen. Sie können außerdem erläutern, wie man diese Schwachstellen ausnutzt und welche technischen und organisatorischen Maßnahmen geeignet sind, diese Schwachstellen zu vermeiden. Die Studierenden lernen, die Wirksamkeit von IT-Sicherheitsmechanismen im gesellschaftlichen Kontext und in Kenntnis professioneller Strukturen der Cyberkriminalität aus technischen, ethischen und rechtlichen Perspektiven zu bewerten. |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 12 Informatik/AIBE Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel (90 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Dieter Gollmann: Computer Security. 3. Auflage, Wiley, 2010.<br><br>Joachim Biskup: Security in Computing Systems. Springer, 2008.<br><br>Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben. |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>12 Informatik/AIBE Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>93105 | **Sichere Systeme**<br>Secure Systems | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling |
| 5 | **Inhalt** | Die Vorlesung gibt einen einführenden Überblick über Konzepte und Methoden der IT-Sicherheit. Themen (unter anderem):<br>• Angreifer und Schutzziele<br>• Cyberkriminalität und Strafbarkeit<br>• Ethik und Privatsphäre<br>• grundlegende Muster von Unsicherheit in technischen Systemen<br>• grundlegende Sicherheitsmechanismen<br>• Techniken der Sicherheitsanalyse<br>• ausgewählte Beispiele aus dem Bereich der Kryptographie und Internetsicherheit (Web-Security)<br>In der Übung werden die Themen der Veranstaltung beispielhaft eingeübt. Themen (unter anderem):<br>• Kryptanalyse und Angreifbarkeit kryptographischer Protokolle<br>• Schutzziele und Strafbarkeit<br>• Zertifikate und Public-Key-Infrastrukturen<br>• Web-Security<br>• anonyme Kommunikation<br>• formale Sicherheitsanalyse<br>• Sicherheitstesten |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Teilnehmenden erwerben einen Überblick über Konzepte und Methoden aus dem Bereich der IT-Sicherheit und können diese im Kontext der Informatik und der Lebenswirklichkeit anhand von Beispielen einordnen und erläutern. Die Studierenden können die Schwächen in Internetprotokollen erkennen und benennen. Sie können außerdem erläutern, wie man diese Schwachstellen ausnutzt und welche technischen und organisatorischen Maßnahmen geeignet sind, diese Schwachstellen zu vermeiden. Die Studierenden lernen, die Wirksamkeit von IT-Sicherheitsmechanismen im gesellschaftlichen Kontext und in Kenntnis professioneller Strukturen der Cyberkriminalität aus technischen, ethischen und rechtlichen Perspektiven zu bewerten. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>12 Informatik/AIBE Master of Science Maschinenbau 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Dieter Gollmann: Computer Security. 3. Auflage, Wiley, 2010.<br>• Joachim Biskup: Security in Computing Systems. Springer, 2008.<br><br>Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>43822 | **Computer Graphics**<br>Computer graphics | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Marc Stamminger |
| 5 | **Inhalt** | Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik:<br>• Graphik Pipeline<br>• Clipping<br>• 3D Transformationen<br>• Hierarchische Display Strukturen<br>• Perspektive und Projektionen<br>• Visibilitätsbetrachtungen<br>• Rastergraphik und Scankonvertierung<br>• Farbmodelle<br>• Lokale und globale Beleuchtungsmodelle<br>• Schattierungsverfahren<br>• Ray Tracing und Radiosity<br>• Schatten und Texturen<br><br>Contents:<br>This lecture covers the following aspects of Computer Graphics:<br>• graphics pipeline<br>• clipping<br>• 3D transformations<br>• hierarchical display structures<br>• perspective transformations and projections<br>• visibility determination<br>• raster graphics and scan conversion<br>• color models<br>• local and global illumination models<br>• shading models<br>• ray tracing and radiosity<br>• shadows and textures |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder<br>• erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone<br>• beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten<br>• skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Visibilitätsberechnung |

| | | |
|---|---|---|
| | | • vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik<br>• illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen<br>• erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline<br>• lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen<br>• klassifizieren Schattierungsverfahren<br>• bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiocity<br>*Educational objectives and skills:*<br>Students should be able to<br>• describe the processing steps in the graphics pipeline<br>• explain clipping algorithms for lines and polygons<br>• 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<br>• depict techniques to compute depth, occlusion and visibility<br>• compare the different color models<br>• describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes<br>• explain the algorithms for rasterization and scan conversion<br>• solve problems with shading and texturing of 3D virtual models<br>• classify different shadowing techniques<br>• 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** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>12 Informatik/AIBE Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Übungsleistung<br>Klausur (60 Minuten)<br>Die Übungen ("Computer Graphics Basic Tutorials") bestehen aus insgesamt 10 wöchentlichen Aufgabenblättern mit kleinen Programmieraufgaben.<br><br>The exercises ("Computer Graphics Basic Tutorials") consist of weekly worksheets (10 worksheets in total) with small programming tasks. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)<br>Klausur (100%) |

| | | |
|---|---|---|
| | | Zum Bestehen des Moduls müssen 50% der Punkte in den Übungen erreicht und die Abschlussprüfung bestanden werden. Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Prüfung.<br><br>The module is passed when 50% of the points in the exercises are reached and when the final exam is passed. The grade of the module is entirely determined by the grade in the final exam. |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch<br>Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002<br>• Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGLD. Pearson<br>• Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice<br>• Rauber: Algorithmen der Computergraphik<br>• Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik<br>• Encarnação, Strasser, Klein: Computer Graphics |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>93078 | **Einführung in Datenbanken für Wirtschaftsinformatik**<br>Introduction to databases in business information systems | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Einführung in Datenbanken (3 SWS)<br>Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG1: Fr 16 (3 SWS)<br>Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG2: Do 18 (3 SWS)<br>Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG3: Di 08 (3 SWS)<br>Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG4: Do 16 (3 SWS)<br>Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG5: Mo 18 (3 SWS)<br>Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG6: Do 08 (3 SWS)<br>Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG7: Di 18 (3 SWS)<br>Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG8: Mi 14 (3 SWS)<br>Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG9: Do 10 (3 SWS) | 5 ECTS<br>2,5 ECTS<br>2,5 ECTS<br>2,5 ECTS<br>2,5 ECTS<br>2,5 ECTS<br>2,5 ECTS<br>2,5 ECTS<br>2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz<br>Felix Hanika<br>David Haller<br>Tobias Bittner<br>Alexander Seifert<br>Fabian Nitschke<br>Joshua Orendt | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz |
| 5 | **Inhalt** | Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Kenntnissen zur systematischen und bedarfsorientierten Erstellung konzeptioneller Datenbankschemata sowie die relationale Datenbanksprache SQL. Darüber hinaus werden Grundkenntnisse zur Funktionsweise und zur Implementierung von Datenbankmanagementsystemen vermittelt, im Einzelnen:<br>• Grundbegriffe von Datenbanken<br>• Entity-Relationship Modell und erweitertes E/R-Modell<br>• UML Klassendiagramme<br>• Das Relationale Datenmodell<br>• Systematische Abbildung von ER-Diagrammen auf Relationale Datenbankschemata<br>• Normalisierung<br>• Relationale Algebra |

| | | |
|---|---|---|
| | | • SQL<br>• Multidimensionale Modellierung und Data Warehousing<br>• Schichtenmodell zur Implementierung von Datenbanksystemen<br>• Pufferverwaltung<br>• Transaktionen<br>• Andere Datenmodelle, No-SQL Systeme<br>• Ontologien, Semantic Web, RDF, SPARQL |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• Können die zentralen Begriffe aus der Datenbankfachliteratur definieren<br>• Erstellen ER-Diagramme und erweiterte ER Diagramme<br>• Können ER-Diagramme systematisch in geeignete relationale Datenbankschemata überführen<br>• Definieren die Normalformen 1NF, 2NF, 3NF, BCNF und 4NF<br>• Können ein nicht normalisiertes Relationenschema in 3NF überführen<br>• Erstellen Anfragen auf der Basis der Relationalen Algebra<br>• Erstellen Datenbankschemata mit Hilfe der SQL DDL<br>• Erstellen Datenbankanfragen mit SQL<br>• Erstellen multidimensionale ER-Diagramme und bilden diese auf Star- oder Snowflake-Schemata ab<br>• Erklären die Funktionsweise von Datenbankpuffern<br>• Erklären die ACID Eigenschaften von Transaktionen<br>• Erklären die Funktionsweise des Zwei-Phasen-Freigabe-Protokolls<br>• Erläutern die Funktionsweise des Zwei-Phasen-Sperr-Protokolls<br>• Beschreiben und vergleichen verschiedene Datenmodelle |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 12 Informatik/AIBE Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur mit MultipleChoice (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |

| | | |
|---|---|---|
| 16 | **Literaturhinweise** | |

# 13 Chemie- und Bioingenieur-wesen/Verfahrenstechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>42917 | **Clean combustion technology** | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Clean Combustion Technology (2 SWS)<br>Übung: Exercises in Clean Combustion Technology (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Dr.-Ing. Florian Bauer<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Stefan Will |
| 5 | **Inhalt** | Introduction to combustion technology: fundamentals, laminar flames, turbulent flames, combustion modeling , pollutant formation, application. Introduction to numerical simulation of flows with combustion. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Students will...<br>• gain in-depth technical and methodological knowledge in combustion technology, combustion modeling, pollutant formation and engineering applications<br>• are able to characterize different flame types and evaluate technical applications with respect to efficiency and pollutants<br>• can describe global reaction equations as well as simple flames with thermodynamic conservation equations<br>• are familiar with the interdisciplinary approach at the interface of fluid mechanics, thermodynamics and reactive flows<br>• have an understanding of methods of experimental and numerical combustion analysis<br>• are capable of entering university as well as industrial research and development in current topics of energy engineering<br>• are familiar with the development in the field of applicative and engineered combustion systems |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Basic knowledge of thermodynamics and fluid mechanics is recommended. Also suitable for students in other disciplines (chemistry, physics, mathematics, mechanical engineering, mechatronics, computational engineering). |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>13 Chemie- und Bioingenieur-wesen/Verfahrenstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel (90 Minuten)<br>Written exam with a combination of multiple-choice and open questions |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |

| | | |
|---|---|---|
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Verbrennung", 3. Auflage, Springer-Verlag, 2001<br>• Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Combustion", 4th Edition, Springer-Verlag, 2006<br>• Joos, F. "Technische Verbrennung", Springer-Verlag, 2006 |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden:<br>• Kennen die Grundlagen, Begriffe und Kenngrößen der Motoren, Brennstoffzellen- und Akkumulatortechnik<br>• Kennen Bauformen und Prozessführung von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen<br>• Kennen die Bauteile/Baugruppen, Bauformen und wesentliche Berechnungsverfahren von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen (inkl. Peripherie) und batterieelektrischen Systemen und können diese anwenden und weiterentwickeln<br>• Können Zusammenhänge zwischen Kraftstoffeigenschaften und motorischen Brennverfahren und Maschinenausführungen herstellen und weiterentwickeln<br>• Können Wirkungsgrade unterschiedlicher Antriebssysteme anhand von (Vergleichs#)Prozessrechnungen analysieren, bewerten und weiterentwickeln<br>• Kennen Ladungswechselsysteme für Otto- und Dieselmotoren, deren Eigenschaften und Kenngrößen, kennen Auflade-Systeme und grundlegende Berechnungen von Auflade-Systemen<br>• Kennen typische Gemischbildungs- und Zündsysteme, Regelverfahren von Verbrennungsmotoren<br>• Kennen Peripherie- und Versorgungssysteme von Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen und können grundlegende charakteristische Größen berechnen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>13 Chemie- und Bioingenieur-wesen/Verfahrenstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>Klausur, schriftlich 120min |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch<br>Englisch |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97010 | **Strömungsmechanik I**<br>Fluid mechanics I | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Strömungsmechanik I (2 SWS)<br>Übung: Strömungsmechanik I - Übung (2 SWS) | 5 ECTS<br>- |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr. Andreas Wierschem | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Andreas Wierschem |
| 5 | **Inhalt** | • Charakterisierung von Fluiden<br>• Kontinuumsannahme<br>• Strömungskinematik: materielle und Feldbeschreibung, Bahn- und Stromlinien, materielle Zeitableitung, Relativbewegung, Reynoldssches Transporttheorem<br>• Bilanzgleichungen: Massenbilanz, Navier-Stokes-Gleichung, integral und differentiell<br>• Hydrostatik: Auftrieb, Druck auf Wände, kapillarer Druck, gleichmäßig beschleunigte Systeme<br>• Grundlagen der Ähnlichkeitstheorie: Dimensionslose Kennzahlen, Grenzfälle der Navier-Stokes-Gleichung<br>• Bernoulli-Gleichung: stationär und instationär, mit Druckverlusten und Energieaustausch.<br>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.<br>Die Studierenden:<br>• können die Bedeutung der Strömungsmechanik sowohl im Alltag als auch bei industriellen Prozessen nachvollziehen<br>• verfügen über einen Überblick über verschiedene Regime der Strömungsmechanik und verstehen ihren Anwendungsbereich<br>• können die erworbenen Grundkenntnisse mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen anhand von Beispielen in der Übung praktisch anwenden<br>• sind fähig, strömungsmechanische Problemstellungen zu bewerten und Lösungswege anzuwenden. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 13 Chemie- und Bioingenieur-wesen/Verfahrenstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>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<br>• F. Durst: \|Grundlagen der Strömungsmechanik - Eine Einführung in die Theorie der Strömungen in Fluiden\|, Springer, 2006<br>• H. Kuhlmann: \|Strömungsmechanik\|, Pearson, 2007<br>• P. K. Kundu: \|Fluid Mechanics\|, 5th Ed., Academic Press, 2012<br>• F. M. White: \|Fluid Mechanics\|, 7th Rev. Ed., McGraw Hill, 2011<br>• F. A. Morrison: \|An Introduction to Fluid Mechanics\|, Cambridge University Press, 2013<br>• L. Böswirth: \|Technische Strömungslehre\|, 9. Auflage, Vieweg & Teubner, 2011<br>• W. Kümmel: \|Technische Strömungsmechanik - Theorie und Praxis\|, 3. Auflage, Teubner, 2007<br>• H. Sigloch: \|Technische Fluidmechanik\|, 8. Auflage, Springer, 2012<br>• H. Oertel Jr.: \|Strömungsmechanik - Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele\|, 6. Auflage, Vieweg & Teubner, 2011 |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr.-Ing. Franz Huber<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will |
| 5 | **Inhalt** | • Grundlagen der Wärme-, Stoff und Impulsübertragung<br>• Wärmeleitung in ruhenden Körpern<br>• Wärmeübertragung in einphasigen Strömungen durch konvektiven Wärmeübergang<br>• Diffusion und Stoffübertragung an strömende Fluide<br>• Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung<br>• Wärmeübertragung durch Strahlung<br>• Wärmeübertragung bei Kondensation und Verdampfung<br>• Wärmeübertrager |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden:<br>• verstehen die Mechanismen der Wärme- und Stoffübertragung und können ihre Bedeutung und ihren Einzelbeitrag bei technischen Problemstellungen ermessen<br>• können die Beiträge der verschiedenen Wärmeübertragungsmechanismen (Wärmeleitung, Konvektion, Strahlung und bei Phasenwechsel) quantifizieren<br>• können die thermische Auslegung von einfachen Wärmeübertragern selbständig durchführen<br>• verstehen die Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung und sind in der Lage, sie bei der Lösung von Stoffübertragungsproblemen zu nutzen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen:<br>Grundlegende Kenntnisse der Mathematik (Differential- und Integralrechnung, mathematische Charakterisierung von Feldern, Differentialoperatoren, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen) / Grundlagen der Thermodynamik |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>13 Chemie- und Bioingenieur-wesen/Verfahrenstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 105 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • Vorlesungsskript<br>• H. D. Baehr, K. Stephan, Wärme- und Stoffübertragung, Springer (2010) |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | apl. Prof. Dr. Stefan Becker |
| 5 | **Inhalt** | • Funktionsprinzip der Turbomaschinen<br>• Leistungsbilanzen, Wirkungsgrade, Zustandsverläufe<br>• Ähnlichkeitskennzahlen<br>• Kennlinien und Kennfelder<br>• Betriebsverhalten<br>• Grundbegriffe der Gitterströmung<br>• Kräfte an Gitterschaufeln<br>• Schaufelgitter<br>• Gehäuse<br>• CFD für Turbomaschinen<br>• Grundlagen Windturbinen<br>• Akustik |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• erlernen die Grundlagen der Turbomaschinen<br>• verstehen und erklären Anwendung verschiedener Turbomaschinen<br>• können entsprechend der Anwendung Turbomaschinen in ihren Grundabmessungen auslegen<br>• erlangen ein Grundverständnis für das Betriebsverhalten |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung)<br>Modul: Thermodynamik (Empfehlung) |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>13 Chemie- und Bioingenieur-wesen/Verfahrenstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel (120 Minuten)<br>Klausur, Dauer 120 Min. |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>42935 | **Optical diagnostics in energy and process engineering** | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Dr.-Ing. Franz Huber<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will |
| 5 | **Inhalt** | **Introduction to conventional and novel optical techniques to measure state and process functions in thermodynamical systems:**<br>• Properties of light; properties of molecules; Boltzmann distribution<br>• Geometric optics and optical devices<br>• Lasers (HeNe, Nd:YAG, dye, frequency conversion); continuous wave and pulsed lasers<br>• Photoelectric effect; photodetectors (photomultiplier, photodiode, CCD, CMOS, image intensifier); digital image processing; image noise and resolution<br>• Shadowgraphy and Schlieren techniques (flow and mixing)<br>• Elastic light scattering (Mie scattering, Rayleigh thermometry, nanoparticle size and shape, droplet sizing)<br>• Inelastic (Raman) scattering (species concentration, temperature, diffusion)<br>• Incandescence (thermal radiation, temperature fields, pyrometry, particle sizing)<br>• Velocimetry (flow fields, velocity)<br>• Absorption spectroscopy (temperature, pressure, species, concentration)<br>• Fluorescence and phosphorescence (temperature, species, concentration) |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Students gain technical and technological skills in the field of optical techniques for the measurement of state and process variables in thermodynamic / energy processes and the investigation of these processes. They<br>• are familiar with the state of the art and latest developments in optical measurement techniques applied in thermodynamics / energy processes<br>• can assess the applicability of measurement techniques in different environments<br>• can apply different optical measurement techniques in thermodynamic processes and design experiments<br>• can evaluate data gained from optical measurement techniques and assess the quality of data<br>• know interdisciplinary approaches in the fields of optics, thermodynamics, heat and mass transfer and fluid mechanics |

| | | |
|---|---|---|
| | | • are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Basics in thermodynamics and fluid mechanics. Students of other subjects (Chemical- and Biological Engineering, Mechanical Engineering, Life Science Engineering, Energy Technology, Computational Engineering) can participate. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 13 Chemie- und Bioingenieur-wesen/Verfahrenstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Variabel<br>„Die Prüfung richtet sich nach dem didaktischen Charakter des Moduls und umfasst entweder eine mündliche Prüfung von 30 min oder eine Klausur von 90 min Dauer. Die Entscheidung für eine Prüfungsform wird in Semestern, in denen die Lehrveranstaltungen stattfinden, spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn **in der Lehrveranstaltung und in der StudOn-Gruppe** bekannt gegeben. In Semestern, in denen keine Lehrveranstaltungen stattfinden, wird die Prüfungsform spätestens zwei Monate vor der Wiederholungsprüfung **in der StudOn-**Gruppe bekannt gegeben.“<br><br>“The examination depends on the didactic character of the module and comprises either an oral examination of 30 minutes or a written examination of 90 minutes. In semesters in which the courses take place, the decision on the type of examination will be announced in the course and in the StudOn group no later than two weeks after the start of lectures. In semesters in which no courses take place, the type of examination will be announced in the StudOn group no later than two months before the re-examination.” |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Variabel (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |

| | | |
|---|---|---|
| 16 | **Literaturhinweise** | • Lecture Slides<br>• Hanson, R.K., Spectroscopy and Optical Diagnostics for Gases, Springer, 2016<br>• Bräuer, A: In situ Spectroscopic Techniques at High Pressure, Amsterdam 2015 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97330 | **Strömungsmechanik II**<br>Fluid mechanics II | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Andreas Wierschem |
| 5 | **Inhalt** | • Dimensionsanalyse und Ähnlichkeitstheorie<br>• schleichende Strömungen<br>• zeitabhängige Strömungen<br>• Potentialströmungen<br>• Grenzschichtströmungen<br>• Turbulenz<br>• kompressible Strömungen<br>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.<br>Die Studierenden:<br>• verfügen über einen Überblick über wesentliche Bereiche der Strömungsmechanik und verstehen ihre Bedeutung und Anwendung in der Strömungsmechanik<br>• können die Bedeutung der unterschiedlichen Strömungsbereiche sowohl in der natürlichen Umgebung als auch in ingenieurswissenschaftlichen Problemstellungen nachvollziehen<br>• sind fähig, strömungsmechanische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln<br>• können die erworbenen Fachkenntnisse mit geeigneten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen:<br>Strömungsmechanik (CBI, CEN) oder<br>Strömungsmechanik I für Maschinenbau und Energietechnik. |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 13 Chemie- und Bioingenieur-wesen/Verfahrenstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | schriftlich oder mündlich<br>mündlich, 30 min |

| | | |
|---|---|---|
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | schriftlich oder mündlich (100%)<br>mündlich, 100 % |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>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<br>• F. Durst, Grundlagen der Strömungsmechanik - Eine Einführung in die Theorie der Strömungen in Fluiden, Springer, 2006<br>• P. K. Kundu, Fluid Mechanics, 5th Ed., Academic Press, 2012<br>• F. M. White, Fluid Mechanics, 7th Rev. Ed., McGraw Hill, 2011 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>45431 | **Technische Akustik**<br>Machine acoustics | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Technische Akustik (0 SWS)<br>Übung: Übung Technische Akustik (0 SWS) | -<br>- |
| 3 | Lehrende | apl. Prof. Dr. Stefan Becker | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | apl. Prof. Dr. Stefan Becker |
| 5 | **Inhalt** | • Grundsätze der technischen Lärmbekämpfung<br>• Größen, Grundbegriffe, Phänomene der technischen Akustik<br>• Grundlagen des Luftschalls<br>• Grundlagen des Körperschalls<br>• Geräuschentstehung in Maschinen und Anlagen<br>• Mechanische Geräuschquellen<br>• Strömungsakustik<br>• Strömungsakustische Multipole<br>• Strahl- und Rotorlärm<br>• Fluid-Struktur-Akustik Interaktion<br>• Numerische Berechnungsverfahren<br>• Grundprinzipien der Gestaltung lärmarmer Produkte und Anlagen |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• kennen und anwenden die Grundlagen und die Theorie des strömungs- und strukturinduzierten Schalls<br>• verstehen für die Industrie relevante Fragen der Lärmbekämpfung<br>• erarbeiten Lösungen zur Lärmminderung<br>• können experimentelle und numerische Verfahren in der Behandlung der strömungs- und strukturinduzierten Schalls einsetzen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung)<br>Modul: Technische Akustik (Empfehlung)<br>Modul: Thermodynamik (Empfehlung) |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 13 Chemie- und Bioingenieur-wesen/Verfahrenstechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 105 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |

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

# 14 Werkstoffwissenschaften

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97210 | **Werkstofftechnologie (Metalle)**<br>Materials engineering (metals) | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Lecture Metallic Materials: Principles (2 SWS, WiSe 2025)<br>Vorlesung: Lecture Metallic Materials: Technologies & Application (2 SWS, SoSe 2025) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Carolin Körner |
| 5 | **Inhalt** | • Grundlagen der Phasen- und Gefügeumwandlung<br>• Zusammenhang zwischen Prozess und Gefügeausbildung<br>• Einführung in wichtige Verfahrenstechnologien (Gießen, Umformen, Pulvermetallurgie und Fügen)<br>• Vorstellung wichtiger Werkstoffgruppen (Erzeugung, Verarbeitung, wichtige Legierungen, Anwendung und neue Entwicklungen); bei Vorgängen von besonderer praktischer Bedeutung Verknüpfung mit den metallphysikalischen Grundlagen.<br>• Werkstoffeigenschaften und -prüfung |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• erwerben ein wichtiges Grundlagenverständnis (Struktur-Eigenschaftsbeziehungen auf allen Größenskalen)<br>• lernen wesentliche Methoden der Werkstoffprüfung kennen<br>• erhalten einen tiefgehenden Einblick in alle relevanten Legierungsgruppen und metallische Werkstoffsysteme<br>• sind in der Lage, Zusammenhänge zwischen Herstellung, Mikrostruktur und Eigenschaften metallischer Werkstoffe zu erfassen<br>• erwerben ein Verständnis für industrierelevante Arbeitsmethoden<br>• kennen wesentliche Anwendungen und Entwicklungsfelder |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 14 Werkstoffwissenschaften Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (120 Minuten)<br>schriftliche Prüfung (120 Min.) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 2 Semester |

| | | |
|---|---|---|
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Ilschner/Singer: Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik<br><br>van Vlack: Materials Science for Engineers<br><br>Dieter: Mechanical Metallurgy<br><br>Kurz/Fisher: Fundamentals of Solidification |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97220 | **Werkstofftechnologie I (Glas und Keramik)**<br>Materials engineering I (glass and ceramics) | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Tobias Fey |
| 5 | **Inhalt** | *Glas und Keramik:*<br>Es werden zunächst die physikalisch-chemischenGrundlagen nichtmetallisch-anorganischer Materialien (Gläser und Keramiken) eingeführt. Amorpher und kristalliner Strukturaufbau, Kristallisation, Sintern und Kornwachstum sowie Gefüge (Korngrenzen) stehen dabei im Vordergrund. Daran schließt sich ein Kapitel über die Herstellung und Anwendung von Gläsern an. Das temperaturabhängige rheologische Verhalten silikatischer Schmelzen, die Formgebung von Glasschmelzen sowie die Herstellung von Glaskeramiken werden erläutert. Als Anwendungsbeispiele werden optische Lichtleitfasern, die Glasveredelung (Oberflächenbeschichtung) sowie poröse Gläser vorgestellt. In einem weiteren Kapitel werden die wichtigsten Fertigungstechnologien für keramische Werkstoffe und ihre Anwendungsbereiche vorgestellt. Ausgehend von den Rohstoffen werden die wichtigsten pulverbasierten Formgebungsprozesse, Bearbeitungsverfahren sowie Sintertechnologien eingeführt. Als Anwendungsbeispiele stehen Ingenieurkeramiken im Automobilbau, Biokeramiken für die Medizin sowie Elektrokeramiken für die Aktorik/ Sensorik im Vordergrund.<br>*Struktur und Eigenschaften von Glas und Keramik IV: Mechanokeramik Keramik als Konstruktionswerkstoff*<br>• Festigkeit (bruchmechanische Grundlagen, Berechnungskonzeptionen)<br>• Konstruieren (Grundlagen, keramische Bauteile, lösbare Verbindungen)<br>• Bearbeiten (abrasive und nichtabrasive Verfahren)<br>• Verbindungstechnik (form-, kraft- und stoffschlüssige Verbindungen)<br>• Bauteilprüfung (proof test, zerstörungsfreie Prüfverfahren) |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | *Glas und Keramik:*<br>Die Studierenden<br>• erwerben grundlegendes Verständnis für Zusammenhänge zwischen dem atomaren und molekularen Aufbau nichtmetallischer Werkstoffe, ihre Eigenschaften, Fertigungsprozesse und wichtigen Anwendungsfelder.<br>• erwerben einen umfassenden Überblick über Biomaterialien und Werkstoffe für die Medizin Der Student wird in der Lage sein, die notwendige Eigenschaften und Herstellungsmethode von Biomaterialien für Dauerimplantate, Tissue Engineering |

| | | |
|---|---|---|
| | | und Drug Delivery zu differenzieren und Biomaterialien für diese verschiedene Anwendungen auswählen.<br>• lernen den Zusammenhang zwischen Materialeigenschaften und elektronischer Bauelement-Funktion verstehen und werden in die Lage versetzt, selbstständig<br>*Struktur und Eigenschaften von Glas und Keramik IV: Mechanokeramik Keramik als Konstruktionswerkstoff*<br>• Vermittlung vertiefter wissenschaftlicher und praktischer Kenntnisse auf dem Gebiet der mechanischen Eigenschaften von Gläsern und Keramiken für Tätigkeiten im institutionellen und industriellen Umfeld. Dazu<br>• Erlernen des Zusammenhanges zwischen strukturellem Aufbau, Herstellung, Gefüge mit den Defekten sowie Gefügeinhomogenitäten und den mechanischen Eigenschaften von Gläsern, Keramiken und Verbundwerkstoffen, Versagenskriterien<br>• Bewertung des mechanischen Verhaltens nichtmetallisch-anorganischer Werkstoffe in verschiedenen Anwendungen<br>• Entscheidung über Werkstoffauswahl und Konstruktionskriterien vor dem Hintergrund von Anwendungsprofilen<br>• Beherrschung der Vorgehensweise zur Computer-gestützten Berechnung des Bruchversagens bzw. der Lebensdauer von Gläsern und Keramiken |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 14 Werkstoffwissenschaften Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>92775 | **Materials and structure** | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Materials and Structure (CEP) (2 SWS)<br>Vorlesung mit Übung: Materials and Structure (CEP, Seminar) (2 SWS) | 2 ECTS<br>- |
| 3 | Lehrende | Dr. Johannes Will<br>Prof. Dr. Erdmann Spiecker<br>Prof. Dr. Philipp Pelz | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Erdmann Spiecker |
| 5 | **Inhalt** | The content of the module gives an overview of different fields of materials science and engineering. The following topics are included in the module:<br>• Atomic structure and interatomic bonding<br>• Structure of crystalline solids<br>• Structure determination by X-ray diffraction<br>• Imperfections in solids<br>• Microscopic characterization of crystal defects<br>• Mechanical properties of metals<br>• Dislocations and strengthening mechanisms<br>• Phase diagrams of binary alloys<br>• Phase diagrams of metals: development of microstructure<br>• Kinetics of phase transformations<br>• Structure and properties of ceramics<br>The lecture, which includes exercises, is accompanied by a seminar, in which the students prepare contributions about specific aspects in the framework of the above mentioned topics. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Students who participate in this course will become familiar with basic, important concepts of materials and their structure.<br><br>The course enables the students:<br>•<br>• to classify different types of bonding that occur in materials<br>• to understand the relationship between bonding, structure and fundamental materials properties<br>• to describe crystalline materials with basic concepts of crystallography<br>• to classify crystal defects with respect to their dimensionality<br>• to describe the importance of dislocations and interfaces for the mechanical properties of metals<br>• to understand the development of microstructure based on phase diagrams and the kinetics of phase transformation<br>• to describe basic crystal structures of ceramics<br>• to prepare and give a talk in a scientific environment |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Prerequisites: |

| | | |
|---|---|---|
| | | Basics of chemistry and maths |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 14 Werkstoffwissenschaften Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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: 50 h<br>Eigenstudium: 100 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | • William D. Callister, Jr., "Materials Science and Engineering: An Introduction", John Wiley & Sons, Inc., 7th edition (or later) |

# 15 Elektromobilität-ACES

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>48600 | **Karosseriebau**<br>Car body construction | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz (2 SWS, WiSe 2025)<br>Vorlesung: Karosseriebau - Werkzeugtechnik (2 SWS, SoSe 2025) | 2,5 ECTS<br>- |
| 3 | Lehrende | Dr. Peter Feuser<br>Annette Sawodny<br>Prof. Dr. Paul Dick | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein |
| 5 | **Inhalt** | *Karosseriebau - Werkzeugtechnik*<br>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.<br>Zum Modul gehört darüber hinaus eine Exkursion zum PT- und Serienwerkzeugbau der Mercedes Car Group in Sindelfingen.<br>*Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz*<br>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.<br>AutoForm Workshop<br>Ab dem Wintersemester 15/16 wird im Rahmen des Moduls ein zweitägiger AutoForm Workshop integriert. AutoForm ist ein konventionelles Simulationsprogramm aus dem Bereich der Blechumformung, welches vor allem in der Automobilindustrie sehr häufig eingesetzt wird. Im Rahmen des Workshops wird der grundlegende Umgang mit der Simulationssoftware durch Mitarbeiter der Firma AutoForm vermittelt. Neben theoretischen Schulungsanteilen ist ausreichend Zeit dafür vorgesehen, in Partnerarbeit eigenständig Umformsimulationen (Kalt- und Warmumformung) und Auswertungen durchzuführen. Als Demonstratorbauteil dient ein reales Karosseriebauteil der aktuellen C-Klasse. Der Inhalt des Workshops ist klausurrelevant. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Fachkompetenz<br>Wissen<br>• Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozesskette, die von der Idee zur Serienfertigung durchlaufen wird. |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Die Studierenden erwerben Wissen über Warmumformung von Blechen und deren Einsatz in der Industrie.<br>• Die Studierenden erwerben Wissen über Korrosionsschutz im Automobilbau, dessen Funktion und mittels welcher Prozesse dieser aufgebracht werden kann.<br>Anwenden<br>Die Studierenden lernen das Wissen auf spezifische Problemstellungen zu übertragen.<br>Evaluieren (Beurteilen)<br>• Die Studierenden sind in der Lage Bauteilanforderungen anhand des Einsatzbereichs zu evaluieren. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 2 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Nach besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:<br>• Einen Überblick über die Produktentstehung bin hin zur Serienentwicklung zu geben<br>• Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen<br>• Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen<br>• Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen<br>• Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben<br>• Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Reinhard German |
| 5 | **Inhalt** | Die Bedeutung von Elektronik und Software ist in der Fahrzeugtechnik stark gestiegen, gleichzeitig stellen die komplexen Entwicklungsprozesse in der Automobilindustrie hohe Anforderungen an Berufseinsteiger. Absolventen benötigen daher zunehmend spezialisierte Kenntnisse aus den Themenbereichen Elektronik, Software und Vernetzung von Fahrzeugen. Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde am Department Informatik ein spezieller Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik" im Studiengang Informatik eingerichtet.<br>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<br>• Kenntnisse über Szenarien der Automobiltechnik, insbesondere zu wirtschaftlichen Einflussfaktoren und technologischen Grundlagen der Fahrzeugproduktion<br>• praxisnahe Erfahrungen rund um die Automobiltechnik, z.B. im Bereich Fahrzeugelektronik, und um den Einsatz von Informatikmethoden im Auto und in der Produktion |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Empfohlen: Modul Rechnerkommunikation |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (60 Minuten)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 2.5 ECTS |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Martin März |
| 5 | **Inhalt** | • Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen<br>• Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V)<br>• Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV) für Pkw, Nutzfahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge<br>• Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung. Spezielle Anforderungen im Luftfahrtbereich. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen<br>• kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen<br>• kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power)<br>• kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen (incl. Schiffe und Flugzeuge)<br>• analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften<br>• kennen die Grundschaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler)<br>• kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten<br>• kennen die Grundschaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren<br>• kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Dringest empfohlen werden "Grundlagen der Elektrotechnik" und "Leistungselektronik" |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>95345 | **Automotive Engineering II**<br>Automotive engineering II | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung mit Übung: Automotive Engineering 2 | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Dr.-Ing. Stefan Götz<br>Jan Kopatsch<br>Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack<br>Dr. Stefan Dengler | |

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

| | | |
|---|---|---|
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Nach besuch der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage:<br>• Einen Überblick über die Produktentstehung bin hin zur Serienentwicklung zu geben<br>• Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen<br>• Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen<br>• Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen<br>• Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben<br>• Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 5 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222<br>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>97061 | **Energiespeichertechnologien**<br>Energy Storage Technology | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Energiespeichertechnologien (3 SWS)<br>Übung: Übungen zu Energiespeichertechnologien | 5 ECTS<br>- |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr.-Ing. Susanne Lehner | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Susanne Lehner |
| 5 | **Inhalt** | Schwerpunktmäßig werden in der Vorlesung die folgenden Themen behandelt:<br>• Anwendungsbereiche und deren Besonderheiten für Energiespeicher, Sektorenkopplung<br>• Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit von Energiespeichern, Revenue Stacking<br>• Thermische Energiespeichersysteme<br>• Mechanische Energiespeichersysteme für elektrische Energie: Druckluft, Schwungmassenspeicher<br>• Pumpspeicher<br>• Elektrische Speicher: Spulen, Kondensatoren SuperCaps<br>• Elektrochemische Energiespeicher für elektrische Energie: Primär- und Sekundärbatterien<br>• Gasspeichersysteme (z.B. Wasserstoff, Methan) und Transportmedien |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden<br>• erläutern Aufbau und Funktion der unterschiedlichen Energiespeicher<br>• unterscheiden die für die Anwendungsfelder geeigneten Speicherformen<br>• erläutern die Themen Sektorkopplung und Flexibilisierung der Energieerzeugung<br>• legen Systeme für unterschiedliche Anwendungsfelder aus<br>• Berechnen Kenngrößen wie Energieeffizienz und die Wirtschaftlichkeit von Systemen |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt! |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (60 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |

| | | |
|---|---|---|
| 12 | **Turnus des Angebots** | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt! |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>92321 | **Electric Drives**<br>Electric drives | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn<br>Dr.-Ing. Jens Igney |
| 5 | **Inhalt** | **1. Introduction and overview**<br><br>**2. Applications**<br><br>**3. Systems structure**<br><br>**4. Physical foundations of electrical drives and machines**<br>4.1 Energy conversion<br>4.2 Material properties<br>4.3 Loss mechanisms<br>4.4 Maxwell's equations<br>4.5 Electrical aspects<br>4.6 Magnetic aspects<br>4.7 Mechanical aspects<br>4.8 Thermal aspects<br><br>**5. Mechanical components**<br>5.1 Gearboxes<br>5.2 Clutches<br>5.3 Shafts<br>5.4 Flange<br>5.5 Encoders<br>5.6 Connectors<br>5.7 Rotor core<br>5.8 Stator core<br><br>**6. Electrical machines**<br>6.1 Brushed DC machines<br>6.2 Induction machine<br>6.3 Electrically excited SM<br>6.4 PM synchronous machine<br>6.5 Reluctance machines<br><br>**7. Power electronics inverters**<br>7.1 Power electronics devices<br>7.2 Uncontrolled rectifier<br>7.3 Controlled rectifier<br>7.4 DC-DC-converter<br>7.5 2-Level inverter |

| | | |
|---|---|---|
| | | 7.6 3-Level inverter<br>7.7 Modulation technique<br><br>**8. Introduction to drive control**<br>8.1 Foundations of control<br>8.2 Controller design<br>8.3 Brushed DC machine<br>8.4 Cascaded control |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | On successful completion of this module, students will be able to:<br>• recognise the basics and theoretical foundations of electric drives, the different technical system's components involved and their applications<br>• understand the main operating principles of the different components of a drive system and explain and present them on request<br>• distinguish between the different types of electric machines, power electronic rectifiers and inverters, explain their different characteristics and operating pinciples and demonstrate how to apply these components<br>• recognise the general ideas and principles in control of electrical drives |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 3 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>11 Elektrotechnik/EEI Master of Science Maschinenbau 20222<br>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur (90 Minuten)<br>Conduct with questions in the answer-choice procedure |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

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

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

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>95370 | **Karosseriebau - Werkzeugtechnik**<br>Body construction - Tool technology | **2,5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Karosseriebau - Werkzeugtechnik (2 SWS) | - |
| 3 | Lehrende | Dr. Peter Feuser<br>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<br>Wissen<br>Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozesskette, die von der Idee zur Serienfertigung durchlaufen wird.<br>Evaluieren (Beurteilen)<br>• Die Studierenden sind in der Lage Bauteilanforderungen anhand des Einsatzbereichs zu evaluieren. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222<br>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |

| | | |
|---|---|---|
| 16 | **Literaturhinweise** | |

# 16 Betriebswirtschaftslehre

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>82060 | **Produktion, Logistik, Beschaffung**<br>Production, logistics, procurement | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Klausurenkurs: Produktion/ Logistik/ Beschaffung - Klausurenkurs (2 SWS)<br>Tutorium: Stud. Tutorium: Produktion Logistik Beschaffung (Logistikteil) (2 SWS) | -<br>- |
| 3 | Lehrende | Dr. Lothar Czaja<br>Wolf-Alexander Frenkler | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt |
| 5 | **Inhalt** | In der Veranstaltung werden elementare Prozesse der industriellen Wertschöpfung abgebildet. Im Mittelpunkt stehen dabei die Wertschöpfungstätigkeiten Beschaffung, Produktion und Logistik. Dieses Modul spiegelt, in Kombination mit dem Modul Absatz, die gesamte Wertschöpfungskette des Unternehmens wider.<br>Wesentliche Inhalte sind:<br>Bedeutung der Funktionen Beschaffung, Produktion, Logistik<br>Grundlagen des Beschaffungsmanagements, insbes.:<br>• Aufgaben und Objekte der Beschaffung, Entwicklungsstufen der Beschaffungskonzeption sowie generelle Bedeutung der betrieblichen Beschaffungsfunktion<br>• Bestimmungsgrößen des Beschaffungsmanagements (insb. Ziele, interne und externe Rahmenbedingungen der Beschaffung)<br>Grundlagen der Produktionstheorie, insbes.:<br>• Grundlegende Ziele und Entscheidungskriterien in der Produktion<br>• Produktionstheoret. Abbildung von Faktorkombinationsprozessen produzierender Unternehmen<br>• Produktionsfunktionen vom Typ A, B, Leontief und weitere Kostentheoret. Abbildung von Faktorkombinationsprozessen auf Grundlage der Produktionsfunktionen vom Typ A und B, Wirkung von Kosteneinflussgrößen, Betrachtung von Änderungen der Kosteneinflussgrößen<br>• Kostenverläufe bei kombinierter (kurzfristiger) Anpassung der Produktion an Beschäftigungsschwankungen<br>Konzepte und Verfahren des Produktionsmanagements, insb.:<br>• lang-, mittel- & kurzfristige Produktionsprogrammplanung<br>• Produktionsprogrammplanung bei Ein- und bei Mehrproduktunternehmen (ohne Engpass, mit eindeutigem Engpass, bei mehreren Engpässen)<br>• Prozess- bzw. Durchführungsplanung (insb. Losgrößen- und Ablaufplanung)<br>Grundlagen der industriellen Logistik, insb.:<br>• Trends und Entwicklungen in der Logistik<br>• Aktuelle Problemstellungen und Lösungsansätze in der Logistik<br>• Konzepte zur Messung von Logistikleistung |

| | | |
|---|---|---|
| | | • Verkehrsträger und Transporttechnologien<br>Grundlagen des Supply Chain Managements, insb.:<br>• Globalisierung und Supply Chain Management<br>• Supply Chain Strategien<br>• Supply Chain Partnerschaften |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden kennen die Zusammenhänge zwischen Beschaffung, Produktion und Logistik als betriebliche Funktionsbereiche im Unternehmen und begreifen produktionswirtschaftliche Ziele als wichtigen Ausgangspunkt wirtschaftlicher Handlungen. Studierende können die unterschiedlichen Transformationsebenen im Unternehmen unterscheiden, Produktionsfaktoren differenzieren und Beispiele hierfür benennen. Im Rahmen der Produktions- und Kostentheorie können Studierende Verbrauchs- sowie Kosten-Leistungs-Funktionen erstellen und analysieren und, bezogen auf betriebswirtschaftliche Fragestellungen, übertragen, analysieren und interpretieren. Im Bereich des Produktionsmanagements sind Studierende fähig, zwischen lang-, mittel- und kurzfristiger Produktionsprgrammplanung zu unterscheiden sowie deckungsbeitrags- bzw. gewinnmaximierende Produktionsprogramme für unterschiedliche Engpass-Szenarien unter Anwendung wissenschaftlicher Ansätze und Modelle (insb. Lineare Programmierung) zu erstellen und zu lösen. Hinsichtlich des Beschaffungsbereichs können die Studierenden Funktionen und Objekte von anderen Unternehmensbereichen abgrenzen und erkennen die Trends der Beschaffung. Die Studierenden kennen die Zusammenhänge zwischen Bedarfsermittlung, Beschaffungs-marktforschung, Entscheidungen über Make or Buy, Lieferanten-management und Bestellung. Studierende können die ABC-Analyse sowie Verfahren zur programm- und verbrauchs-orientierten Bedarfsermittlung einsetzen.<br>Die Teilnehmenden lernen die Grundlagen und den Einstieg in die Fachbegriffe und die Zusammenhänge der Logistik. Zusätzlich vermittelt die Veranstaltung ein grundsätzliches Verständnis über die aktuellen Methoden und Konzepte im Logistik-Management. Die Studierenden werden auf diese Weise praxisnah auf mögliche Aufgaben im Management von Logistikleistungen vorbereitet. Die Studierenden lernen die relevanten Aspekte der Entscheidungsfindung im Supply Chain Management kennen und erlangen die Fähigkeit, das erlernte Wissen im Zuge von Analyse- und Entscheidungssituationen in der betrieblichen Praxis umzusetzen. In der Vorlesung werden Hilfsmittel und Ansätze erlernt, um eine globale Lieferkette effizient und erfolgreich zu steuern sowie um sinnvolle Lagerkonzepte umzusetzen. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Erfolgreicher Abschluss der Assessmentphase |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten) |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur mit MultipleChoice (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Vorlesungs- und Übungsskript<br><br>Voigt, K.-I.: Industrielles Management, Industriebetriebslehre aus prozessorientierter Sicht, Berlin 2009<br><br>Adam, D.: Produktionsmanagement, Wiesbaden 1998<br><br>Corsten, H.; Gössinger, R.: Produktionswirtschaft, Einführung in das industrielle Produktionsmanagement, München 2012<br><br>Fandel, G.; Fistek, A.; Stütz, S.: Produktionsmanagement, Berlin 2010<br><br>Kummer, S.; Grün, O.; Jammernegg, W.: Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik, München 2018<br><br>Kummer, S.; Grün, O.; Jammernegg, W.: Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik Übungsbuch, München 2019<br><br>Christopher, M (2010) Logistics and Supply Chain Management<br><br>Mangan, J., Lalwani C & Butcher, T (2008) Global Logistics and Supply Chain Management, Wiley, UK. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>83100 | **Operations and Logistics I**<br>Operations and logistics I | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Seminar: Operations and Logistics I (4 SWS) | 5 ECTS |
| 3 | Lehrende | Dr. Lothar Czaja | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt |
| 5 | **Inhalt** | Das Seminar befasst sich mit ausgewählten theoretischen und praxisbezogenen sowohl strategischen als auch operativen Fragestellungen, Konzepten, Methoden und Ansätzen rund um das Operations Management produzierender bzw. Dienstleistungen erstellender und anbietender Unternehmen, wobei ein inhaltlicher Schwerpunkt auf Fragestellungen aus den Bereichen Produktions- und Beschaffungsmanagement liegt. Die genauen thematischen Schwerpunkte des Seminars werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden kennen nach erfolgreichem Abschluss des Seminars die wesentlichen Aufgaben und Konzepte des Operations Management, verstehen deren Bedeutung und können diese auch auf konkrete Fallbeispiele übertragen und anwenden. Die Studierenden können aufzeigen, wie Wertschöpfungsprozesse optimal gemanagt werden, wie sie effizient auszugestalten sind und wie diese auf Kundenbedürfnisse hin optimal ausgerichtet werden können. Darüber hinaus besitzen Studierende die Fähigkeit zur problemlösungsorientierten Anwendung analytischer Verfahren auf betriebswirtschaftliche Fragestellungen rund um das Operations Management. Im Rahmen der Erstellung von Präsentationen erwerben Studierende die Fähigkeit, Daten und Informationen sowohl aus wissenschaftlichen Veröffentlichungen als auch aus dem Internet zu erschließen, zu analysieren, zu bewerten, zu interpretieren und für Dritte verständlich aufzubereiten und zu präsentieren. Im Rahmen der sich den Zwischen- und Endpräsentationen anschließenden regelmäßig erfolgenden Diskussionsrunden geben sich die Studierenden gegenseitig inhaltliches Feedback, lernen mit Kritik seitens der Dozierenden positiv umzugehen und entwickeln erarbeitete Lösungsansätze systematisch weiter. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Erfolgreich abgeschlossene Assessmentphase |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten)<br>Präsentation<br>Dauer der schriftlichen Prüfung (Klausur): 60 Minuten<br>Dauer der Präsentation: 25 Minuten |

| | | |
|---|---|---|
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur mit MultipleChoice (50%)<br>Präsentation (50%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Sommersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 120 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Kursspezifische Literatur |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt |
| 5 | **Inhalt** | Technologien und Innovationen sind die Basis des Erfolgs und Wachstums eines jeden Unternehmens. Dieser Kurs behandelt Theorien, Konzepte und Werkzeuge des Technologie- und Innovationsmanagements. Spezielle Themen sind z.B. ökonomische Entscheidungstatbestände im Technologiemanagement bzw. im disruptiven technologischen Wandel, Erfolgsfaktoren von Innovationen, die Gestaltung von Innovationsprozessen, Timing-Strategien, die Öffnung des Innovationsmanagements nach außen sowie die Innovation ganzer Geschäftsmodelle. Die Themen werden außerdem mit praktischen und aktuellen Schwerpunktthemen verknüpft um so einen Anwendungsbezug darzustellen. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | In diesem Modul lernen die Studierenden ein umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen sowie den aktuellen Erkenntnisstand im Bereich des Technologie- und Innovationsmanagements kennen. Nach Abschluss des Moduls können sie die bedeutende Rolle von Technologien und Innovationen als Wettbewerbsvorteil für Industrie- und Dienstleistungsunternehmen einschätzen und bewerten. Dieses Wissen wird durch zahlreiche praktische Beispiele vertieft. Des Weiteren sind die Studierenden dann in der Lage, das Wissen über die Methoden und Konzepte des Technologie- und Innovationsmanagements erfolgreich auf neuartige, konkrete praktische Probleme zu transferieren und diese dort zur Problemstrukturierung und -lösung einzusetzen. Sie können somit Sachverhalte in diesem Bereich einschätzen und hinterfragen.<br>Die erworbenen analytischen und konzeptionellen Fertigkeiten befähigen die Studierende komplexe betriebswirtschaftliche Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten und die richtigen Methoden und Strukturierungsansätze zur Bewältigung von Aufgaben im Technologie- und Innovationsmanagement zu finden und erfolgreich anzuwenden. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau 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: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch<br>Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Ahmed, P.; Shepherd, C.: Innovation Management  Context, Strategies, systems and processes, Pearson, Essex, 2010. Voigt, K.-I.: Industrielles Management, 1. Aufl., Berlin u. a., 2008. |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt |
| 5 | **Inhalt** | During the past decades, operations have become increasingly international or even global in nature. Drivers of the globalization include increased competitiveness through offshore manufacturing and global sourcing.<br>During this module, the increasing complexity and the challenges of operations on a global scale will be discussed together with the participants. The theory modules at the beginning structure the options of a general operations strategy and illustrate its implementation in the organization.<br>The subject specific modules, elaborated by the participants, enable a profound understanding of single activity areas of global operations and their relation to the global operations strategy. Therewith the students will get insights in the importance of an integrated global operations strategy and will become familiar with the main strategic options in this field.<br>*All participants have to register in advance on StudOn! The registration for GOS on StudOn starts in early October. The number of participants is limited to 70.* |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Participation in the first seminar session is mandatory, as the topics for the teamwork are chosen during this session by the participants.<br>In the following weeks, based on own research using scientific sources, key topics are elaborated in teams. Following predefined learning targets, the students need to structure the elaborated content in an academic presentation and present their results in class. Thereby, the teams are responsible for developing a didactic concept in order to support the understanding of the discussed topics. Furthermore, the participants are required to document their research method as well as their results. After the course, the participants are able to discuss the functions and impact of operations management in an international context. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | None |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Präsentation |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Präsentation (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | nur im Wintersemester |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 120 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Englisch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Abele, E. et al. (2008): Global Production. A Handbook for Strategy and Implementation. Berlin: Springer. Reid, R. D. & Sanders N. R. (newest ed.): Operations Management. Hoboken: Wiley & Sons. Slack, N. & Lewis, M. (newest ed.): Operations Strategy. Harlow: PrenticeHall. |

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

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt |
| 5 | **Inhalt** | Die Veranstaltung bietet einen tiefergehenden Einblick in das Management industrieller Unternehmen. Betrachtet werden nicht nur bisherige theoretische und empirische Erkenntnisse, sondern insbesondere auch aktuelle Managementaufgaben und -methoden in einem Industriebetrieb. Die Erkenntnisse zum industriellen Management werden mit einem praktischen und aktuellen Schwerpunktthema verknüpft, um so einen Anwendungsbezug darzustellen. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden erwerben ein umfassendes, detailliertes sowie spezialisiertes Wissen auf dem neuesten Erkenntnisstand aus dem Bereich des industriellen Managements und die Fähigkeit, strategisch zu denken. Durch die tiefergehende Analyse eines praxisrelevanten Schwerpunktthemas erhalten die Studierenden zudem einen tiefergehenden Einblick in die aktuellen Problemfelder und Herausforderungen von Industrieunternehmen. Die erworbenen analytischen und konzeptionellen Fertigkeiten befähigen die Studierenden, komplexe betriebswirtschaftliche Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 2 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 120 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Voigt, K.-I.: Industrielles Management, Berlin u. a., 2008. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>57478 | **Digitale Industrie - Industrielle Plattformen und KI, Industrial Metaverse und Industrie 5.0**<br>Digital Industries - Industrial Platforms and AI, Industrial Metaverse and Industry 5.0 | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.<br>***Nicht belegbar für Studierende, welche bereits das Modul 54751 "Management von Industrie 4.0" belegt haben*** | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt |
| 5 | **Inhalt** | In dieser Veranstaltung wird ein eingehender Einblick in das Themengebiet der digitalen Industrie geboten, wobei der Fokus auf wirtschaftswissenschaftlichen Fragestellungen und den aktuellen Entwicklungen industrieller Technologien liegt. Es werden praxisrelevante Fragestellungen auf operativer und strategischer Ebene betrachtet, die Unternehmen im Zuge der weitreichenden Digitalisierung ihrer Geschäftsprozesse bewältigen müssen. Zugleich stützt sich die Veranstaltung auf aktuelle Forschungsergebnisse zu relevanten Zukunftstechnologien und Schnittstellen zwischen Wirtschaft und Technik, um eine Brücke zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen und praktischer Anwendung zu schlagen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die wirtschaftlichen Auswirkungen von Technologien wie industriellen Plattformen, Künstlicher Intelligenz, dem Industrial Metaverse sowie dem Paradigma der Industrie 5.0 gelegt. Diese Themen werden im Kontext ihrer Bedeutung für das industrielle Management vertieft untersucht. |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | Die Studierenden werden dazu befähigt, ein umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen auf dem neuesten Stand des industriellen Managements zu erlangen. Durch eine vertiefte Analyse des Themas Digitale Industrie erhalten sie einen detaillierten Einblick in den aktuellen Transformationsprozess von Industrieunternehmen, der in einem breiten interdisziplinären Feld stattfindet. Sie erwerben analytische und konzeptionelle Fähigkeiten, die es ihnen ermöglichen, komplexe betriebswirtschaftliche Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten und auf aktuelle, praxisrelevante Themen anzuwenden. Darüber hinaus werden sie dazu angeregt, kritisch über die Auswirkungen von Technologien auf die Industrie nachzudenken und innovative Lösungsansätze zu entwickeln. |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 3 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | 16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222<br>16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau 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<br>Eigenstudium: 120 h |
| 14 | **Dauer des Moduls** | 1 Semester |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Obermaier, R. (Hrsg.).: Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, Wiesbaden, 2017.<br><br>Voigt, K. I., & Müller, J. M. (Eds.). (2021). *Digital Business Models in Industrial Ecosystems: Lessons Learned from Industry 4.0 Across Europe*. Springer Nature. |

# Psychologie als Nebenfach

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>78386 | **Einführungsmodul**<br>Introductory module | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. | |
| 3 | Lehrende | - | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | |
| 5 | **Inhalt** | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt! |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt! |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Psychologie als Nebenfach Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | Klausur |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | Klausur (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt! |
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | **Dauer des Moduls** | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt) |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **Modulbezeichnung**<br>78388 | **Grundlagenmodul**<br>Introductory module | **5 ECTS** |
| 2 | Lehrveranstaltungen | Vorlesung: Vorlesung Differentielle und Persönlichkeitspsychologie: Teil 1 (2 SWS)<br>Vorlesung: Vorlesung Differentielle und Persönlichkeitspsychologie: Teil 2 (2 SWS)<br>Proseminar: Proseminar Allgemeine Psychologie II (2 SWS)<br>Proseminar: Proseminar Biologische Psychologie (2 SWS)<br>Vorlesung: Vorlesung Entwicklungspsychologie, Teil 2, Frau Prof. Dr. Tina Kretschmer (2 SWS)<br>Proseminar: Proseminar Allgemeine Psychologie I: Kognition (2 SWS) | 3 ECTS<br>3 ECTS<br>3 ECTS<br>-<br>3 ECTS<br>- |
| 3 | Lehrende | Prof. Dr. Frieder Lang<br>Prof. Dr. Oliver Schultheiss<br>Prof. Dr. Nicolas Rohleder<br>Prof. Dr. Tina Kretschmer<br>Prof. Dr. Tim Rohe | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | **Modulverantwortliche/r** | |
| 5 | **Inhalt** | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt! |
| 6 | **Lernziele und Kompetenzen** | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt! |
| 7 | **Voraussetzungen für die Teilnahme** | Keine |
| 8 | **Einpassung in Studienverlaufsplan** | Semester: 1 |
| 9 | **Verwendbarkeit des Moduls** | Psychologie als Nebenfach Master of Science Maschinenbau 20222 |
| 10 | **Studien- und Prüfungsleistungen** | schriftlich oder mündlich<br>schriftlich oder mündlich<br>schriftlich oder mündlich<br>schriftlich oder mündlich<br>schriftlich oder mündlich<br>schriftlich oder mündlich |
| 11 | **Berechnung der Modulnote** | schriftlich oder mündlich (100%)<br>schriftlich oder mündlich (100%)<br>schriftlich oder mündlich (100%)<br>schriftlich oder mündlich (100%)<br>schriftlich oder mündlich (100%)<br>schriftlich oder mündlich (100%) |
| 12 | **Turnus des Angebots** | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt! |

| | | |
|---|---|---|
| 13 | **Arbeitsaufwand in Zeitstunden** | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | **Dauer des Moduls** | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt) |
| 15 | **Unterrichts- und Prüfungssprache** | Deutsch |
| 16 | **Literaturhinweise** | Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2013). Motivation und Emotion. Berlin: Springer.(Teil I: Motivation)<br><br>Schultheiss, O. C., & Wirth, M. M. (in press). Biopsychological aspects of motivation. In J. Heckhausen (Ed.), Motivation and action (3 ed.). New York: Cambridge University Press. |