



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg

# Modulhandbuch

für den Studiengang

Master of Science Maschinenbau

(Prüfungsordnungsversion: 2013)

**Studienrichtung International Production Engineering and Management**

# Inhaltsverzeichnis

Master's thesis (M.Sc. Maschinenbau IP 2013) (1999).....	5
Practical Training (M.Sc. Maschinenbau IP 2013) (1995).....	8
Project Thesis with Advanced Seminar (M.Sc. Maschinenbau IP 2013) (1994).....	10
Wahlpflichtmodule	
Automotive Engineering I (95340).....	15
Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine (96910).....	17
Computational multibody dynamics (92860).....	20
Elektrifizierung von Fahrzeugen und Flugzeugen (92546).....	22
Elektromaschinenbau (94950).....	24
Fertigungsmesstechnik I (97247).....	26
Gießereitechnik 1 (97086).....	36
Grundlagen der Robotik (94951).....	42
Handhabungs- und Montagetechnik (97121).....	44
Karosseriebau (48600).....	46
Kunststoff-Fertigungstechnik und -Charakterisierung (97231).....	48
Lasertechnik / Laser Technology (97150).....	51
Mehrkörperdynamik (97270).....	53
Methode der Finiten Elemente (94550).....	57
Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren (97160).....	60
Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe (92870).....	65
Operations and Logistics I (83100).....	67
Produktion, Logistik, Beschaffung (82060).....	69
Produktionsprozesse in der Elektronik (97122).....	72
Prozess- und Temperaturmesstechnik (97248).....	74
Ressourceneffiziente Produktionssysteme (96905).....	78
Technische Produktgestaltung (97110).....	80
Technische Schwingungslehre (97190).....	85
Umformtechnik Vertiefung (97290).....	89
Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren (593320).....	92
Werkstoffcharakterisierung in Urform- und Fügetechnik (97089).....	94
Zukunft der Automobiltechnik (683319).....	95
Vertiefungsmodul	
Automotive Engineering I (95340).....	98
Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine (96910).....	100
Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz (96920).....	103
Elektrifizierung von Fahrzeugen und Flugzeugen (92546).....	106
Elektromaschinenbau (94950).....	108
Fertigungsmesstechnik II (96925).....	110
Geometrische numerische Integration (97277).....	114
Grundlagen der Robotik (94951).....	117
Handhabungs- und Montagetechnik (97121).....	119
Integrierte Produktentwicklung (97250).....	121
Karosseriebau (48600).....	126
Kunststofftechnik II (97320).....	128
Lasertechnik Vertiefung (97280).....	131
Numerische und experimentelle Modalanalyse (97265).....	133
Produktionsprozesse der Zerspanung (96915).....	137
Produktionsprozesse in der Elektronik (97122).....	139
Rechnergestützte Messtechnik (96930).....	141
Technische Schwingungslehre (97190).....	146

Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren (593320).....	150
Wälzlagertechnik (97115).....	152
Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (92840)...	156
Zukunft der Automobiltechnik (683319).....	159
International Elective Modules	
Business strategy (53410).....	162
Change management (53460).....	163
Computational Dynamics (44450).....	165
Computational multibody dynamics (92860).....	167
Deep Learning for Beginners (93330).....	169
Designing technology (57074).....	171
Engineering of Solid State Lasers (94930).....	173
Global operations strategy (53651).....	175
Global retail logistics (55291).....	177
Integrated Production Systems (97123).....	179
International Supply Chain Management (94920).....	181
Internet of things and industrial services seminar (54350).....	183
Introduction to the Finite Element Method (44100).....	184
Lasertechnik / Laser Technology (97150).....	186
Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (97130).....	188
Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (95068).....	191
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools (95067).....	193
Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (44260).....	195
Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (97260).....	197
Organizing for digital transformation (56422).....	199
Platform strategies (57110).....	201
Sustainability management and corporate functions (52130).....	203
Technology and innovation management (53450).....	205
Psychologie als Nebenfach	
Einführungsmodul (78386).....	208
Grundlagenmodul (78388).....	209

1	<b>Modulbezeichnung</b> 1999	<b>Master's thesis (M.Sc. Maschinenbau IP 2013)</b> Master's thesis	<b>30 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>		
5	<b>Inhalt</b>	<p>The module includes the writing of a scientific master's thesis in the field of International Production Engineering and Management.</p> <p>The master's thesis must be prepared in the subject area of one of the selected specialization or compulsory elective modules or, if applicable, International Elective Modules.</p> <p>In a consecutive course of study according to these examination regulations, the master's thesis should deal with a topic from other sub-areas than those of the bachelor's or project work.</p> <p>Das Modul beinhaltet das Verfassen einer wissenschaftlichen Masterarbeit aus dem Bereich International Production Engineering and Management.</p> <p>Die Master's thesis muss im Themenbereich eines der gewählten Vertiefungs- oder Wahlpflichtmodule oder ggf. International Elective Modules angefertigt werden.</p> <p>Die Master's thesis soll in einem konsekutiven Studium nach dieser Prüfungsordnung ein Thema aus anderen Teilbereichen als denen der Bachelor- bzw. der Projektarbeit zum Gegenstand haben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The master's thesis serves to prove the ability to independently work on scientific tasks in International Production Engineering and Management.</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• acquire the ability to pursue a scientific question from the field of International Production Engineering and Management over a longer period of time, to work on the relevant subject independently and within a specified period</li> <li>• develop independent ideas and concepts for solving scientific problems in the field of International Production Engineering and Management</li> <li>• deal with theories, terminologies, peculiarities, limits and doctrines in an in-depth and critical manner and reflect on them</li> <li>• are able to apply and develop suitable scientific methods largely independently - even in new and unfamiliar and interdisciplinary contexts - and to present the results in a scientifically appropriate form</li> <li>• can present subject-related content clearly and in a way that is appropriate to the target group in writing and orally and represent it with arguments</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>expand their planning and structuring ability in the implementation of a thematic project</li> </ul> <p>-----</p> <p>Die Masterarbeit dient dazu, die Fähigkeit zu selbständiger Bearbeitung wissenschaftlicher Aufgabenstellungen der International Production Engineering and Management nachzuweisen.</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben die Fähigkeit, eine wissenschaftliche Fragestellung aus dem Bereich International Production Engineering and Management über einen längeren Zeitraum zu verfolgen, das entsprechende Fachgebiet selbstständig und innerhalb einer vorgegebenen Frist zu bearbeiten</li> <li>entwickeln eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher Probleme aus dem Bereich International Production Engineering and Management</li> <li>gehen in vertiefter und kritischer Weise mit Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen um und reflektieren diese</li> <li>sind in der Lage, geeignete wissenschaftliche Methoden weitgehend selbstständig anzuwenden und weiterzuentwickeln – auch in neuen und unvertrauten sowie fachübergreifenden Kontexten – sowie die Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form darzustellen</li> <li>können fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten</li> <li>erweitern ihre Planungs- und Strukturierungsfähigkeit in der Umsetzung eines thematischen Projektes</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>The master's thesis can usually only be started when all other modules have been passed.</p> <p>Mit der Masterarbeit kann i.d.R. erst begonnen werden, wenn alle anderen Module bestanden sind.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>schriftlich (6 Monate)</p> <p>The requirements of the master's thesis (approx. 50-200 pages) must be such that it can be completed within six months with a processing time of approx. 900 hours.</p> <p>The master's thesis can be prepared abroad after individual coordination.</p> <p>Supervision is provided by the teacher responsible for the selected module and, if necessary, by the academic staff assigned by them.</p> <p>The master's thesis should be written in English. Another language can also be specified in consultation with the supervising teacher.</p>

		<p>In a consecutive course according to these examination regulations, the master's thesis should deal with a topic from other sub-areas than those of the bachelor thesis or the project thesis.</p> <p>Die Master Thesis (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.</p> <p>Die Master Thesis kann nach individueller Abstimmung im Ausland angefertigt werden.</p> <p>Die Betreuung erfolgt durch die für das gewählte Modul verantwortliche Lehrperson sowie ggfs. von dieser beauftragte wissenschaftliche Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter.</p> <p>Die Master Thesis soll in englischer Sprache verfasst werden. In Abstimmung mit der betreuenden Lehrperson kann auch eine andere Sprache festgelegt werden.</p> <p>Die Master Thesis soll in einem konsekutiven Studium nach dieser Prüfungsordnung ein Thema aus anderen Teilbereichen als denen der Bachelor Thesis bzw. der Project Thesis zum Gegenstand haben.</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Wiederholung der Prüfungen</b>	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 900 h
15	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
16	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
17	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 1995	<b>Practical Training (M.Sc. Maschinenbau IP 2013)</b> Practical Internship	<b>15 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>		
5	<b>Inhalt</b>	<p>The minimal duration of Practical Training is 12 weeks. The Practical Training can be optionally served as technical or business management internship. The internship must follow the "Internship policy" ("Praktikumsrichtlinien").</p> <p>Die Dauer der praktischen Ausbildung beträgt 12 Wochen. Die 12 Wochen Praktikum können wahlweise als technisches oder als betriebswirtschaftliches Praktikum abgeleistet werden. Das Praktikum muss den Praktikumsrichtlinien entsprechen.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The Practical Training in a company is beneficial and partly essential for understanding the lectures and tutorials in the technical and economic science subject areas. Students should acquire necessary knowledge concerning the manufacture of technical products and the operation of technical facilities as well as understand economic and in particular business contexts. Moreover an insight into the organizational aspects of day-to-day business and relevant social skills should be gained.</p> <p>Die praktische Ausbildung in Betrieben ist förderlich und teilweise unerlässlich zum Verständnis der Vorlesungen und Übungen in den technischen und wirtschaftswissenschaftlichen Studienfächern. Die Studierenden sollen dabei die für das Fachstudium erforderlichen Kenntnisse über die Herstellung technischer Produkte und den Betrieb technischer Einrichtungen erwerben sowie wirtschaftliche, insbesondere betriebswirtschaftliche Zusammenhänge verstehen. Darüber hinaus sollen Einblicke in die organisatorische Seite des Betriebsgeschehens ermöglicht und der Erwerb sozialer Kompetenzen gefördert werden.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• es ist ein Praktikumsbericht anzufertigen:</li> <li>• pro anzuerkennender Praktikumswoche 1 Wochenübersicht</li> <li>• pro anzuerkennender Praktikumswoche 1 DIN A4 Seite Arbeitsbericht</li> <li>• bei einem technischen Praktikum ist zusätzlich eine technische Skizze oder Zeichnung anzufertigen</li> </ul> <p>Die Leistung ist unbenotet.</p>	

		<p>Der Praktikumsbericht kann in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• An internship report has to be prepared:</li> <li>• for each internship week 1 weekly overview</li> <li>• for each internship week 1 DIN A4 page working report</li> <li>• For a technical internship, a technical sketch or drawing is also required</li> </ul> <p>The internship report is not graded. The internship report can be written in German or English.</p> <p>Das Praktikum kann in deutscher oder englischer Sprache absolviert werden. The internship can be completed in German or English.</p> <p>The Practical Training can be served in any semester. It is recommended to serve it as an internship abroad during the 3th semester. The exact rules and regulations can be found in the "Internship policy" ("Praktikumsrichtlinie"). Periods of (voluntary) Practical Training that exceed the minimal and compulsory amount of 12 weeks needed for the Bachelor's program can be credited for the Master's program.</p> <p>Die berufspraktische Tätigkeit kann in jedem Semester abgeleistet werden. Es wird empfohlen, sie als Auslandspraktikum im 3. Sem. abzuleisten. Die genauen Regelungen finden sich in der Praktikumsrichtlinie. Eine im Bachelorstudium abgeleistete freiwillige berufspraktische Tätigkeit, die über den Umfang des Pflichtpraktikums im Bachelorstudium (12 Wochen) hinausgeht, kann für das Masterstudium angerechnet werden.</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 450 h Eigenstudium: 0 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 1994	<b>Project Thesis with Advanced Seminar (M.Sc. Maschinenbau IP 2013)</b> Project-Thesis	<b>15 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Fertigungsmesstechnik (2 SWS) - Hauptseminar: Hauptseminar Kunststofftechnik (2 SWS) - Seminar: Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (2 SWS) 2,5 ECTS Hauptseminar: Hauptseminar Technische Mechanik (2 SWS) - Hauptseminar: Hauptseminar Fertigungstechnologie im Masterstudium (2 SWS) 2,5 ECTS Hauptseminar: Hauptseminar Photonische Technologien im Masterstudium (2 SWS) - Seminar: Hauptseminar Technische Dynamik (2 SWS) - Seminar: Hauptseminar Konstruktion (2 SWS) - Hauptseminar: Hauptseminar zur Gießereitechnik (2 SWS) 2,5 ECTS	
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer Franz Teske Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Nina Reiter Prof. Dr. Hinnerk Hagenah Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr.-Ing. Stefan Götz Dr.-Ing. Marcel Bartz Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack Dr.-Ing. Jörg Miebling	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The module includes the writing of a scientific Project Thesis in the field of International Production Engineering and Management and the presentation of the results in the context of a Advanced Seminar. The project thesis in the masters program is used to learn how to independently process tasks in the field of International Production Engineering and Management.</p> <p>The project thesis must be prepared in the subject area of one of the selected specialization or compulsory elective modules or, if applicable, International Elective Modules. It should have a topic from a different sub-area than the bachelor thesis.</p>

		<p>Das Modul beinhaltet das Verfassen einer wissenschaftlichen Project Thesis aus dem Bereich International Production Engineering and Management und die Vorstellung der Ergebnisse im Rahmen eines Hauptseminars.</p> <p>Die Project Thesis im Masterstudium dient dazu, die selbstständige Bearbeitung von Aufgabenstellungen im Bereich International Production Engineering and Management zu erlernen.</p> <p>Die Project Thesis muss im Themenbereich eines der gewählten Vertiefungs- oder Wahlpflichtmodule oder ggf. International Elective Modules angefertigt werden. Sie soll ein Thema aus einem anderen Teilbereich zum Gegenstand haben als die Bachelorarbeit.</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• master the basics of scientific work in their field of expertise at International Production Engineering and Management and are able to work independently on a specific topic</li> <li>• critically examine scientific results and are able to assign them to the respective level of knowledge</li> <li>• are able to apply the relevant basics of research methodology, e.g. collect relevant information especially in their own field of expertise, work independently on projects, interpret and evaluate (empirical) data, information, and texts</li> <li>• are able to present and discuss complex subject-related content clearly and target group specifically in written and oral form</li> <li>• are able to monitor and control their own progress</li> <li>• can be brought into the discussion during other lectures of the Advanced Seminar</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens in ihrem Fachgebiet International Production Engineering and Management und können eine begrenzte Fragestellung auf dem Gebiet selbstständig bearbeiten</li> <li>• setzen sich kritisch mit wissenschaftlichen Ergebnissen auseinander und ordnen diese in den jeweiligen Erkenntnisstand ein</li> <li>• 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.</li> <li>• können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten</li> <li>• sind in der Lage, ihren eigenen Fortschritt zu überwachen und steuern</li> <li>• können sich aktiv in die Diskussion bei anderen Vorträgen des Hauptseminars einbringen</li> </ul>

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Seminarleistung schriftlich</p> <p>The requirements for the Project thesis must be such that it can be processed in approximately 300 hours. The time from the assignment of the topic to the submission of the Project thesis is five months.</p> <p>The Project Thesis can be written abroad.</p> <p>The Project Thesis is supervised by a full-time lecturer at the Department of Mechanical Engineering and/or a delegated member of his/her scientific staff. The Project Thesis shall be written in English. With the permission of the supervisor other languages are acceptable. If the Project Thesis is written at a university abroad it shall be supervised jointly by a supervisor at the Department of Mechanical Engineering and a lecturer at the university abroad.</p> <p>The Advanced Seminar includes the following points:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creating a presentation about your own bachelor's, project or master's thesis (or for Ba / Ma medical technology and Ma mechatronics also about an independent seminar topic issued by the chair) with submission of the slides / presentation file at least 1 week before your own presentation to the seminar leader, e.g. by uploading to the corresponding StudOn group</li> <li>2. Holding the seminar presentation (approx. 20 min presentation + approx. 10 min discussion)</li> <li>3. Listen and prepared participation to the discussion in at least 5 other presentations from the same seminar of the chair</li> </ol> <p>The date of the lecture is determined by the supervising seminar leader either during the final phase or after submitting the bachelor thesis and announced at least 1 week in advance.</p> <p>In coordination with the supervising seminar leader the participation and the presentation can also take place via video conference.</p> <p>Jede Project Thesis ist in ihren Anforderungen so zu stellen, dass sie in einer Bearbeitungszeit von ca. 300 Stunden innerhalb von fünf Monaten abgeschlossen werden kann.</p> <p>Die Project Thesis kann im Ausland angefertigt werden.</p>

		<p>Die Betreuung erfolgt durch eine hauptberuflich am Department Maschinenbau beschäftigte Lehrperson sowie ggf. von dieser beauftragte wissenschaftliche Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter. Die Project Thesis soll in englischer Sprache verfasst werden. In Abstimmung mit der betreuenden Lehrperson kann auch eine andere Sprache festgelegt werden. Bei Anfertigung an einer ausländischen Universität wird die Arbeit von einem Betreuer des Departments Maschinenbau und von einer Lehrperson der ausländischen Universität gemeinsam betreut.</p> <p>Das Hauptseminar umfasst folgende Punkte:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>2. Halten des Seminarvortrags (Dauer ca. 20 min Vortrag + ca. 10 min Diskussion)</li> <li>3. Hören und vorbereitete Teilnahme an der Diskussion bei mindestens 5 anderen Vorträgen des gleichen Seminars des Lehrstuhls</li> </ol> <p>Der Termin für den Vortrag wird von der oder dem betreuenden Seminarleiter/in entweder während der Abschlussphase oder nach Abgabe der Bachelorarbeit festgelegt und mindestens 1 Woche vorher bekanntgegeben.</p> <p>Die Teilnahme und Vorträge der Studierenden können auch in Abstimmung mit dem betreuenden Lehrstuhl per Videokonferenz erfolgen.</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	<p>Seminarleistung (20%) schriftlich (80%)</p> <p>Project thesis: 80.0 %</p> <p>Advanced Seminar: 20.0 %</p>
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Wiederholung der Prüfungen</b>	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 420 h
15	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
16	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
17	<b>Literaturhinweise</b>	

# Wahlpflichtmodule

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95340	<b>Automotive Engineering I</b> Automotive engineering	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Automotive Engineering 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl Jan Fröhlich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung ist an alle ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und Studierenden mit Interesse an einer Tätigkeit in der Automobilindustrie oder deren Umfeld gerichtet. Es werden die Themen der Produktentstehung bis zur Fertigung und Vertrieb beleuchtet. Dabei wird der Aspekt des interdisziplinären Agierens aus unterschiedlichen Blickwinkeln dargestellt.</p> <p>Zum einen werden Einblicke in die technische, konstruktive Umsetzung von wesentlichen Elementen eines Automobils gestreift, zum anderen sollen aber auch strategische und betriebswirtschaftlich bestimmende Größen vermittelt und deren Bedeutung für den Ingenieur vertieft werden. Ziel ist es ein Gesamtverständnis für den Komplex der Automobilindustrie zu vermitteln.</p> <p>Das Automobil ist zunehmend eines der komplexesten Industriegüter. Es ist geprägt durch gesellschaftliche Anforderungen, gesetzliche Restriktionen und unterschiedlichste Markt- und Kundenwünsche weltweit.</p> <p>Lernen Sie die Herausforderungen für die Ingenieurwissenschaften in der Automobilindustrie kennen, die Zusammenhänge verstehen und die Lösungen zu erarbeiten. Folgende thematischen Schwerpunkte werden in der Vorlesung behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über die Abläufe und Rahmenbedingungen für die Entwicklung in der Automobilindustrie.</li> <li>• Die Produktentstehung</li> <li>• Der Produktionsprozess in der Automobilindustrie</li> <li>• Integrierte Absicherung</li> <li>• Handelsorganisation: Markteinführung, Marketingkonzepte, Service und Aftermarket Strategien</li> <li>• Elektrifizierung, Hybrid, alternative Antriebe</li> <li>• Elektronik im Fahrzeug: Fahrerassistenz, Navigation, Kommunikation</li> <li>• Neue Technologien für die Herstellung von Karosserien</li> <li>• Passive und aktive Sicherheit. Trend und Markttendenzen, technische Lösungen</li> <li>• Entwicklung der Fahrdynamik</li> <li>• IT-Systeme in der Automobilindustrie</li> <li>• Spitzenleistungen als faszinierende Herausforderungen (Designstudien, Experimentalfahrzeuge, Rennsport)</li> <li>• Qualitätsmanagement</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Nach besuch der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage:

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einen Überblick über die Produktentstehung bis hin zur Serienentwicklung zu geben</li> <li>• Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen</li> <li>• Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen</li> <li>• Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen</li> <li>• Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben</li> <li>• Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2022</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 2022</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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

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

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen die Grundlagen der Schmierung und Reibung in Führungssystemen</li> <li>• Verstehen die Funktionsprinzipien verschiedener Führungssysteme</li> <li>• Verstehen die Funktionsweise verschiedener Motoren</li> <li>• Verstehen die unterschiedlichen Lagerungskonzepte für bewegte Elemente der Werkzeugmaschine</li> </ul> <p>Anwenden</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Können die wesentlichen Elemente der Werkzeugmaschine auslegen (Hauptantrieb, Führung, Vorschub, Gestell)</li> <li>• Können die Komplexität der Anforderungen an Werkzeugmaschinen diskutieren</li> <li>• Können den Antriebsstrang einer Werkzeugmaschine in die einzelnen Bestandteile zerlegen</li> <li>• Können Anforderungen aus einem gegebenen Fertigungsprozess an die Werkzeugmaschine ableiten</li> <li>• Können die Ursachen von Ratterschwingungen in Werkzeugmaschinen analysieren</li> <li>• Können den optimalen Lagerabstand für Hauptantriebe berechnen</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Vertiefungsmodul 18.1 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.3 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktionsmaschinen Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 18.2 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 5.5 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktionsmaschinen Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 2022</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (60 Minuten)

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Hirsch, Andreas: Werkzeugmaschinen: Grundlagen, Auslegung, Ausführungsbeispiele. Springer Verlage 2012.  Brecher, C., Weck, M.: Werkzeugmaschinen. Band 1 bis 5. Springer Verlag.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92860	<b>Computational multibody dynamics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projected Newton-Euler equations (Kane's equations)</li> <li>• Numerical methods for ordinary differential equations</li> <li>• Relative kinematics and recursive kinematic algorithm</li> <li>• Parametrization of rotations</li> <li>• One-dimensional force laws</li> <li>• Inverse kinematics and inverse dynamics</li> <li>• Ideal constraints</li> <li>• Numerical methods for differential algebraic equations</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• implement a modular simulation software for multibody systems in Python during the exercise classes.</li> </ul> <p>The students should:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn how to derive the equations of motions of a multibody system using the projected Newton-Euler equations,</li> <li>• familiarize themselves with basic numerical methods for solving ODEs,</li> <li>• be able to use ODE-solver for the numerical solution of the equations of motion,</li> <li>• know how to describe a multibody system by choosing relative joint coordinates,</li> <li>• implement new joints in the software developed during the course,</li> <li>• understand how kinematic and dynamic quantities of a multibody system can be computed recursively,</li> <li>• know different possible parametrizations of rotations,</li> <li>• can use different parametrizations of rotations to describe and implement the free rigid body and spherical joints,</li> <li>• understand the concept of one-dimensional force law to model force interactions and motors,</li> <li>• know and implement different approaches to inverse kinematics and inverse dynamics based on optimization,</li> <li>• know Lagranges equations of the first kind</li> <li>• be able to describe a multibody system with redundant coordinates by modeling joints as ideal constraints</li> <li>• implement new constraints in the software developed during the course,</li> <li>• familiarize themselves with numerical schemes for the simulation of constrained multibody systems,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the object-oriented code structure for the implementation of a simulation software for multibody systems,</li> <li>• be able to perform simulations of multibody systems with the software developed during the course</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>knowledge of the module "dynamics of rigid bodies" ("Dynamik starrer Körper")</p> <p>basic knowledge of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dynamical equations of motion</li> <li>• linear vector algebra</li> <li>• programming in Python, Matlab or similar</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92546	<b>Elektrifizierung von Fahrzeugen und Flugzeugen</b> Power electronics in vehicles and electric powertrains	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Elektrifizierung von Fahrzeugen und Flugzeugen (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Martin März
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V)</li> <li>• Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV)</li> <li>• Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power)</li> <li>• kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen</li> <li>• analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften</li> <li>• kennen die Grundsaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler)</li> <li>• kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten</li> <li>• kennen die Grundsaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren</li> <li>• kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene</li> </ul> <p>Fachkompetenz Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben</li> <li>• Die wichtigsten Bauelemente und Grundsaltungen auslegen</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und</li> </ul>

		Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Begleitendes Vorlesungsskript

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94950	<b>Elektromaschinenbau</b> Engineering of electric drives	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Dr.-Ing. Alexander Kühl
5	<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden zu vermitteln, wie sich die Wertschöpfungskette nach dem Entwurf, der Konzeption und der Konstruktion eines Produkts gestaltet. Anhand der Vorlesungseinheiten werden den Studierenden Einblick in die verschiedenen Eigenschaften der elektrischen Maschinen gewährt. Darüberhinaus werden anhand des Stands der Technik die verschiedenen Prozesse entlang der Wertschöpfungskette, vom Blech über den Magneten und der Wicklung bis hin zur Isolation und der Prüfung des Produkts, vermittelt. Somit wird den Hörern der Vorlesung Elektromaschinenbau das nötige Wissen gelehrt, welches notwendig ist, laufende Produktionsprozesse von Serienprodukten stetig hinsichtlich Ökonomie und Energie- und Ressourceneffizienz zu verbessern sowie die Prozesse für die Umsetzung von Neuentwicklungen in die Serien- und Produktionsreife zu überführen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Grundlagen zu elektrischen Maschinen</li> <li>• Weichmagnetische Werkstoffe</li> <li>• Hartmagnetische Werkstoffe</li> <li>• Wickeltechnik</li> <li>• Isolationstechnologien</li> <li>• Statorprüfung</li> <li>• Produktion und Endmontage elektrischer Maschinen</li> <li>• Produktion elektrischer Maschinen für Traktionsantriebe</li> <li>• Spezielle Anwendungsfelder des Elektromaschinenbaus</li> <li>• Recycling elektrischer Maschinen</li> <li>• Elektronik im Elektromaschinenbau</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis von Bauarten, Einsatzfelder, Nutzen, Leistungsfähigkeit und technischen Neuerungen elektrischer Antriebe</li> <li>• Kenntnis von Aufbau, Einzelkomponenten und Materialien elektrischer Antriebe</li> <li>• Kenntnis der Einzelprozesse zur Produktion elektrischer Antriebe</li> <li>• Beherrschung von Methoden und Werkzeugen zur Planung, Inbetriebnahme, Betrieb und Optimierung von Produktionsketten für elektrische Antriebe</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Vertiefungsmodul 5.1 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.4 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 2022</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur</p> <p>Klausur, 60 Minuten</p> <p>oder elektronische Präsenzprüfung</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Tzscheutschler - Technologie des Elektromaschinenbaus</p> <p>Jordan - Technologie kleiner Elektromaschinen</p>

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen: Teilgebiete der industriellen Messtechnik, Grundaufgaben der Fertigungsmesstechnik, Messbedingungen und Zeitpunkte, Methoden und Teilaufgaben der Fertigungsmesstechnik, Ziele der Fertigungsmesstechnik; Begriffsdefinitionen: Messen, Überwachen, Prüfen, Überwachen, Lehren, Geschichte der Fertigungsmesstechnik, Ausrüstung in der Fertigungsmesstechnik, Grundeinteilung der Mess- und Prüfmittel, klassische Fertigungsmesstechnik, Koordinatenmesstechnik; Begriffe der Messtechnik (Wiederholung aus Grundlagenvorlesung): Messgröße, Größenwert, Messergebnis, Messwert, Messprinzip, Messmethode, Messverfahren, Empfindlichkeit, Messbereich, Auflösung (Orts- bzw. Skalenauflösung vs. Strukturauflösung, Amplituden-Wellenlängen-Diagramm), wahrer Wert, vereinbarter Wert, systematische und zufällige Messabweichung, Kalibrierung, Verifizierung, Eichung, Validierung, Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit, Messunsicherheit</li> <li>• Längenmesstechnik (Handmessmittel und Normale): Aufgaben und Einsatz der Längenmesstechnik, Messschieber (Aufbau, Ablesung), Nonius, Parallaxenabweichung, Abweichung 1.- Ordnung, Abbe'sches Komparatorprinzip, Messvarianten mit Messschiebern, Bauformen von Messschiebern, Messschrauben (Aufbau, Ablesung), Abweichung 2.- Ordnung, Bauformen von Messschrauben, Messuhr, Feinzeiger, Fühlhebelmessgerät, induktive Messtaster (Aufbau, Kennlinie), Ursachen von Messabweichungen: Messkreis, Temperatureinflüsse, Ausdehnungskompensation, Flächenpressung und Abplattung, Deformation von Messplatten und langen Teilen, Kippungs- und Führungsabweichungen, Formabweichungen und -änderungen (Gleichdick bzw. Reuleaux-Polygone), Ellipse und Dreibogengleichdick, Dreipunktmessung, Zentrierfehler und Zentrierhilfen; Werkstoffe für Messkreise: Aluminium, Stahl, Invar 36, Super Invar 32-5, Naturstein, Polymerbeton, Keramiken, Gesintertes Siliziumcarbid, NEXCERA N113G, Titanium-Silikatglas ULE, Zerodur, mechanische Spannungen und Kriechen; Maßverkörperungen: Parallelendmaße, Fühlerlehren, Grenzrachenlehren</li> </ul>	

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

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

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

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

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

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

**Content:**

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

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

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

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

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

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

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

		(3D; DIN EN ISO 25178-2): evaluation of an area topography, height parameters, hybrid parameters, area material proportion curve, topographic elements; scattered light parameters: variance of the distribution curve
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierendenden können die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen.</li> <li>• Die Studierenden können die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken nennen.</li> <li>• Die Studierendenden können Messaufgaben, deren Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Messergebnisse und das zugrunde liegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernte implementieren.</li> <li>• Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung selbstständiges erkennen.</li> <li>• Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I".
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Wahlpflichtmodul 6.1a Fertigungsmesstechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 6.1 Fertigungsmesstechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3</li> <li>• DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010</li> <li>• Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9</li> <li>• Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5</li> <li>• Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9</li> <li>• Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2</li> <li>• Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2</li> <li>• Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5</li> <li>• Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969</li> <li>• Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 ISBN 978-3-410-21196-9</li> <li>• Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012</li> <li>• *Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik*</li> <li>• [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]<a href="http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0">http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0</a></li> <li>• [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]<a href="http://www.koordinatenmesstechnik.de/">http://www.koordinatenmesstechnik.de/</a></li> <li>• [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]<a href="http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html">http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97086	<b>Gießereitechnik 1</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Grundlagen der Gießereitechnik</li> <li>• Gusslegierungen und Legierungselemente</li> <li>• Gießverfahren mit Dauerformen: Druckguss, Thixomolding</li> <li>• Werkzeugtechnologie im Bereich der Dauerformverfahren</li> <li>• Feinguss unter Einbeziehung additiver Verfahren</li> <li>• Kopplung von Prozess- und Bauteileigenschaften</li> <li>• Gieß- und bearbeitungsgerechtes Konstruieren</li> <li>• Advanced Technologies im Bereich Gießereitechnik</li> <li>• Ansätze für nachhaltigere Gießereiverfahren/ Gussbauteile</li> <li>• Qualitätssicherung und Prüfverfahren von Gussbauteilen</li> <li>• Fügetechnik von Gussbauteilen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen</p> <p>Im Rahmen von GTK1 erwerben die Studierenden grundlegende verfahrens-, werkstoff- und prüftechnische Kenntnisse der gießtechnischen Verfahren. Außerdem sollen konstruktive und umwelttechnische Aspekte der Gießverfahren vermittelt werden, um die Studierenden zu befähigen sich an zukunftsorientierten Entwicklungen im Bereich der Gießereitechnik zu beteiligen.</p> <p>Die zu vermittelnden Kenntnisse sind im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen über die grundlegenden Vorgänge bei der Erstarrung von Metallschmelzen auf unterschiedlichen Skalierungsebenen und im Zusammenhang mit der entstehenden Morphologie des Gefüges, den damit verbundenen Eigenschaften des Bauteils sowie des Formfüllverhaltens und des Wärmeübergangs.</li> <li>• Wissen über die Nomenklatur, Unterteilung und Hauptgruppen von Aluminiumlegierungen sowie den Einflüssen bestimmter Legierungselemente und industriell üblicher Legierungen für bestimmte Anwendungsfelder.</li> <li>• Wissen über Abläufe und Anpassungsmöglichkeiten des Druckguss- und Thixomolding-Verfahrens im Hinblick auf verfahrenstechnische Besonderheiten (Formfüllung, Trennstoffe, Legierungsreinigung, Wärmeübergänge)</li> <li>• Wissen über prozessspezifische Anforderungen und Auslegungskriterien sowie sensorischer Applikationen und konstruktiven Neuerungen (z.B. Leichtbauwerkzeuge) innerhalb der Werkzeugtechnologie im Bereich der Dauerformverfahren</li> <li>• Wissen über die Einordnung des Feingusses nach dem Wachsausschmelzverfahren sowie über die Möglichkeiten und</li> </ul>

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

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

Verstehen

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

Hierbei stehen besonders die folgenden Verständnisse im Fokus:

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

verfahrensspezifischer Besonderheiten und Restriktionen hinsichtlich Bauteil- und Werkzeugauslegung.

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

#### Anwenden

Die Studierenden wenden im Rahmen von Übungsaufgaben Gelerntes an. Dabei wägen sie entsprechend gegebenen Rahmenbedingungen Material-, Verfahrens- und Bauteilgestaltungsansätze ab und legen geeignete Prüf- und Fügeverfahren fest.

Die Vorlesung soll dazu befähigen, erworbenes Wissen anzuwenden mit dem Ziel einer weiteren Vertiefung der folgenden Aspekte:

- Legierungsauswahl entsprechend Bauteil-, Prozess- und Umwelanforderungen
- Auswahl geeigneter Gießprozesse entsprechend gegebener Randbedingungen
- Bauteilgestaltung unter Berücksichtigung der Gießverfahren sowie nachgeschalteter Bearbeitungs- bzw. Handhabungsprozesse
- Auswahl geeigneter Prozesstechnik zur Vermeidung von Bauteildefekten/ Prozessinstabilität
- Auswahl geeigneter Prüfmethode für unterschiedliche Bauteilanforderungen
- Umsetzung von Strategien zur Erzielung einer höheren Nachhaltigkeit an einem gegebenen Fallbeispiel
- Auslegung einer geeigneten Füge-technik um Berücksichtigung anwendungsspezifischer Randbedingungen

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

#### Analysieren

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

#### Evaluieren (Beurteilen)

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

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

#### Erschaffen

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

		<p>Bauteile für verschiedenste Anwendungsfelder und gießtechnische Herstellungsverfahren zu gestalten. Des Weiteren sind sie im Stande Bauteilschwachstellen zu identifizieren und Abhilfestrategien zu erarbeiten. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien und Prozessschwerpunkte für neuartige Gießverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung gießtechnischer Produkte anzuwenden.</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz Befähigung zur selbständigen Gestaltung von gusstechnischen Produkten und Gießprozessen gemäß erlernten Restriktionen sowie Beurteilung vorhandener Optimierungspotentiale hinsichtlich prozess-, material- und umwelttechnischer Aspekte anhand der erlernten Bewertungsschemata.</p> <p>Selbstkompetenz Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen in fachlicher Hinsicht.</p> <p>Sozialkompetenz Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen konstruktive Rückmeldungen.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Wahlpflichtmodul 19 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Klausur, Dauer (in Minuten): 120
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

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

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94951	<b>Grundlagen der Robotik</b> Fundamentals of robotics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Veranstaltung Grundlagen der Robotik richtet sich insbesondere an die Studierenden der Informatik, des Maschinenbaus, der Mechatronik, der Medizintechnik sowie des Wirtschaftsingenieurwesens. Im Rahmen der Veranstaltung werden zunächst die Grundlagen der modernen Robotik erläutert und anschließend fachspezifische Grundlagen zur Konzeption, Implementierung und Realisierung von Robotersystemen vermittelt. Hierbei liegt der Fokus neben klassischen Industrierobotern auch auf neuen Robotertechnologien für den Service-, Pflege- und Medizinbereich. Im Rahmen der letzten Vorlesungseinheiten sowie der Übungseinheiten werden dem Hörer weiterhin die Grundlagen des Robot Operating System (ROS) vermittelt und es wird durch praktische Übungen die Arbeit und Roboterprogrammierung mit ROS erlernt. Die Veranstaltung umfasst hierfür die nachfolgenden Themenschwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauformen, Begriffe, Definitionen, Historie, rechtliche Grundlagen und Roboterethik</li> <li>• Roboteranwendungen in Industrie, Service, Pflege und Medizin</li> <li>• Sensorik und Aktorik für Robotersysteme</li> <li>• Kinematik und Dynamik verschiedener Roboterbauformen</li> <li>• Steuerung, Regelung und Bahnplanung</li> <li>• Varianten der Roboterprogrammierung</li> <li>• Planung und Simulation von Robotersystemen</li> <li>• Robot Operating System (ROS)</li> <li>• Computer Vision (OpenCV)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Ziel der Vorlesung ist, den Studierenden einen fundierten Überblick über aktuelle Roboterapplikationen zu vermitteln sowie die grundlegenden Bauformen, Begrifflichkeiten und gesetzlichen Rahmenbedingungen vorzustellen. Darauf aufbauen werden die notwendigen technischen Grundlagen moderner Robotersysteme sowie die Programmierung eines Roboters mit ROS erlernt.</p> <p>Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Roboter hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren, das für eine vorgegebene Anwendung optimale Robotersystem auszuwählen und hierbei ethische und arbeitsschutzrechtliche Aspekte zu berücksichtigen.</li> <li>• Robotersysteme auszulegen, zu entwickeln und die erforderlichen Bewegungsabläufe zu planen,</li> <li>• die für verschiedene Roboterapplikationen notwendige Sensorik und Aktorik auszuwählen,</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robotersysteme durch den Einsatz von Planungs- und Simulationswerkzeugen zu validieren</li> <li>• sowie Roboter mit Hilfe des Robot Operating Systems zu programmieren und zu steuern.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Vertiefungsmodul 5.1 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.4 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97121	<b>Handhabungs- und Montagetechnik</b> Industrial handling and assembly technology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Vertiefungsfach Handhabungs- und Montagetechnik wird die gesamte Verfahrenskette von der Montageplanung bis zur Inbetriebnahme der Montageanlagen für mechanische sowie elektrotechnische Produkte aufgezeigt. Einleitend erfolgt die Darstellung von Planungsverfahren sowie rechnergestützte Hilfsmittel in der Montageplanung. Daran schließt sich die Besprechung von Einrichtungen zur Werkstück- und Betriebsmittelhandhabung in flexiblen Fertigungssystemen und für den zellenübergreifenden Materialfluß an. Desweiteren werden Systeme in der mechanischen Montage von Klein- und Großgeräten, der elektromechanischen Montage und die gesamte Verfahrenskette in der elektrotechnischen Montage diskutiert (Anforderung, Modellierung, Simulation, Montagestrukturen, Wirtschaftlichkeit etc.). Abrundend werden Möglichkeiten zur rechnergestützten Diagnose/Qualitätssicherung und Fragestellungen zu Personalmanagement in der Montage und zum Produktrecycling/-demontage behandelt.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Montagefreundlichkeit von Produkten zu beurteilen und zu verbessern,</li> <li>• Montage- und Handhabungsprozesse zu beurteilen, auszuwählen und zu optimieren,</li> <li>• die dazu erforderlichen Geräte, Vorrichtungen und Werkzeuge zu bewerten, und</li> <li>• Montageprozesse sowie -systeme zu konzipieren, zu planen und weiterzuentwickeln.</li> </ul> <p>Dieses Wissen ist vor allem in den Bereichen Produktentwicklung, Konstruktion, Produktionsmanagement, Fertigungsplanung, Einkauf, Vertrieb und Management sowie in allen industriellen Branchen (z. B. Automobilbau, Elektrotechnik, Medizintechnik, Maschinen- und Anlagenbau) erforderlich.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013          Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013          Wahlpflichtmodul 5.4 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p>	

		Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldmann, Klaus; Schöppner, Volker; Spur, Günter (Hg.) (2014): Handbuch Fügen, Handhaben, Montieren. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage. München: Hanser.</li> <li>• Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.</li> <li>• Rainer Müller, Jörg Franke, Dominik Henrich, Bernd Kuhlenkötter, Annika Raatz, Alexander Verl (Hg.) (2019): Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration: Hanser Fachbuchverlag.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 48600	<b>Karosseriebau</b> Car body construction	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz (2 SWS) Vorlesung: Karosseriebau - Werkzeugtechnik ( SWS)	2,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Paul Dick Dr. Peter Feuser	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>*Karosseriebau - Werkzeugtechnik*</b> Es wird die Prozesskette der Blechteilerstellung für den Karosseriebau dargestellt. Nach der ersten Machbarkeitsanalyse der Bauteile durch Umformsimulation und Prototypenbau folgt letztendlich die Serienfertigung. Dabei stehen insbesondere die Werkzeugtechnik im Fokus, sowie der stückzahlgerechte Werkzeugbau in der Prototypenphase und der Aufbau robuster Serienwerkzeuge. Zum Modul gehört darüber hinaus eine Exkursion zum PT- und Serienwerkzeugbau der Mercedes Car Group in Sindelfingen.</p> <p><b>*Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz*</b> Die Entwicklung neuer, hochfester Stahlbleche für den Karosseriebau erfordert eine Anpassung der Umformprozesse. Es werden die Grundlagen der Warmumformung behandelt und deren Prozesskette von der Machbarkeitsanalyse bis hin zum Fertigungsprozess dargestellt. Dabei werden u. a. die Fertigungstechnologien für den Prototypenbau und die Serienproduktion vorgestellt. Als letzten Produktionsschritt werden Möglichkeiten zum Korrosionsschutz für die Karosserie und warmumgeformte Bauteile erläutert. Abschließend wird die Prototypen- und Serienfertigung für das Warmumformen bei einer Exkursion zu einem Serienlieferanten von warmumgeformten Bauteilen live erlebt.</p> <p><b>AutoForm Workshop</b> Ab dem Wintersemester 15/16 wird im Rahmen des Moduls ein zweitägiger AutoForm Workshop integriert. AutoForm ist ein konventionelles Simulationsprogramm aus dem Bereich der Blechumformung, welches vor allem in der Automobilindustrie sehr häufig eingesetzt wird. Im Rahmen des Workshops wird der grundlegende Umgang mit der Simulationssoftware durch Mitarbeiter der Firma AutoForm vermittelt. Neben theoretischen Schulungsanteilen ist ausreichend Zeit dafür vorgesehen, in Partnerarbeit eigenständig Umformsimulationen (Kalt- und Warmumformung) und Auswertungen durchzuführen. Als Demonstratorbauteil dient ein reales Karosseriebauteil der aktuellen C-Klasse. Der Inhalt des Workshops ist klausurrelevant.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozesskette, die von der Idee zur Serienfertigung durchlaufen wird.</li> <li>• Die Studierenden erwerben Wissen über Warmumformung von Blechen und deren Einsatz in der Industrie.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erwerben Wissen über Korrosionsschutz im Automobilbau, dessen Funktion und mittels welcher Prozesse dieser aufgebracht werden kann.</li> </ul> <p>Anwenden Die Studierenden lernen das Wissen auf spezifische Problemstellungen zu übertragen.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage Bauteilanforderungen anhand des Einsatzbereichs zu evaluieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>[*Inhalt: Kunststoff-Fertigungstechnik*]  Die Vorlesung Kunststoff-Fertigungstechnik stellt die Technik zur  Fertigung von Kunststoff-Bauteilen und die dafür benötigte Anlagen- und  Werkzeugtechnik vor. Dabei wird auch auf die Sensorik, Regelung und  Steuerung in Fertigungsprozessen eingegangen.  Der Inhalt der Vorlesung gliedert sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinen- und Anlagentechnik, Peripherie</li> <li>• Aufbereitung und Compoundierung von Thermo- und  Duroplasten</li> <li>• Verarbeitungsverfahren (Extrusion, Spritzgießen, reagierende  Formmassen)</li> <li>• Weiterverarbeitungsverfahren</li> <li>• Werkzeugtechnik: Auslegung und Bauformen  (Spritzgießwerkzeuge und Extrusionswerkzeuge)</li> <li>• Regeln und Steuern in der Kunststoffverarbeitung</li> <li>• Maßnahmen der Qualitätskontrolle und -sicherung</li> </ul> <p>[*Inhalt: Kunststoffcharakterisierung und -analytik*]  Die Vorlesung Kunststoffcharakterisierung und -analytik behandelt  die verschiedenen Verfahren zur Analyse und Charakterisierung  von Kunststoffen und Kunststoffbauteilen. Nach einer Einführung  werden die Charakterisierungsmethoden für die verschiedenen  Eigenschaftsspektren von Kunststoffen und Kunststoffbauteilen  erläutert.  Diese sind insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologisches Verhalten</li> <li>• Mechanisches Verhalten</li> <li>• Thermisches Verhalten</li> <li>• Elektrisches Verhalten</li> <li>• Optisches Verhalten</li> <li>• Verhalten gegen Umwelteinflüsse</li> <li>• Prüfverfahren für Schaumstoffe</li> <li>• Prüfverfahren für Duroplaste</li> </ul> <p>Die Vorlesung schließt mit je einer Einheit zur Computertomographie  und zur Mikroskopie. Diese Techniken werden unter besonderer  Berücksichtigung der Analyse von Kunststoffen und Kunststoffbauteilen  erläutert.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	[*Lernziele und Kompetenzen: Kunststoff-Fertigungstechnik*] *Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden*	

		<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoff-Fertigungstechnik.</li> <li>• kennen die zur Fertigung benötigten Maschinen und Anlagen, inkl. Peripherie wie Kühlgeräte, Mischer, Trockner und Handhabungsgeräte.</li> <li>• können die Werkzeugtechnik mit Eigenschaften und Funktionen der einzelnen Elemente erläutern.</li> <li>• können Spritzgießwerkzeuge mit verschiedenen Werkzeugsystemen, Normalien, Oberflächen, Angussarten (Kalt- und Heißkanal), Entlüftung und Einsätzen erläutern.</li> <li>• verstehen werkzeugbezogene Fertigungsprobleme (bspw. Werkzeugdeformation, Überspritzen, Brenner), deren Folgen und Durchführung von Abhilfemaßnahmen.</li> <li>• kennen Extrusionswerkzeuge und deren Bauformen.</li> <li>• kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffcharakterisierung und -analytik.</li> <li>• kennen und verstehen von geeigneten Messverfahren, um spezielle Eigenschaften von Kunststoffen und Bauteilen zu bestimmen.</li> <li>• verstehen und erläutern von behandelten Mess- und Analyseverfahren.</li> </ul> <p>*Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können ein Werkzeugkonzept für ein gegebenes Bauteil erstellen.</li> <li>• können benötigte Maschinen und Anlagen zur Fertigung eines Kunststoffprodukts auswählen und evaluieren.</li> <li>• bewerten bestehende Werkzeuge hinsichtlich Funktion und Bauweise.</li> <li>• bewerten und klassifizieren geeignete Mess- und Analyseverfahren hinsichtlich Kenngrößen wie Aufwand, Kosten und Genauigkeit für ein gegebenes Aufgabenszenario.</li> <li>• benennen und beurteilen auftretende Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Charakterisierung und Analyse von Material- und Bauteileigenschaften besonderer Bauteile.</li> <li>• können eine bewertende Darstellung der Eignung von Bauteilen und Kunststoffen für spezielle Einsatzszenarien aus der Kenntnis von Messgrößen anfertigen.</li> <li>• ermitteln eine begründete Auswahl von Messverfahren, um die Eignung von Kunststoffen und Bauteilen für ein spezielles Einsatzszenario zu bewerten.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013

		7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Wahlpflichtmodul 7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Kristian Cvecek	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physical phenomena applicable in Laser Technology: EM waves, Beam Propagation, Beam Interaction with matter</li> <li>Fundamentals of Laser Technology: Principals of laser radiation, types and theoretical understanding of various types of lasers</li> <li>Laser Safety and common applications: Metrology, Laser cutting, Laser welding, Surface treatment, Additive Manufacturing</li> <li>Introduction to ultra-fast laser technologies</li> <li>Numerical exercises related to above mentioned topics</li> <li>Demonstration of laser applications at Institute of Photonic Technologies (LPT) and Bavarian Laser Centre (blz GmbH)</li> <li>Possible Industrial visit (e.g. Trumpf GmbH, Stuttgart)</li> <li>Optional: invited lecture about a novel laser application</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The student would know the fundamental principles involved in the development of lasers.</p> <p>will understand the design and functionality of various types of lasers, and be able to comprehend laser specifications.</p> <p>will be able to design and analyse a free space laser beam propagation setup.</p> <p>will gain knowledge about basic optical components used in laser setups such lenses, mirrors, polarizers, etc.</p> <p>would be able to understand the basic interaction phenomena during laser-matter interaction processes.</p> <p>would be able to determine the advantages and disadvantages of using laser process for industrial applications.</p> <p>will know and be able to apply the safety principles while handling laser setups.</p> <p>will be familiar with several most common industrial application of laser for material processing such as cutting, welding, material ablation, additive manufacturing.</p> <p>will be familiar with metrological applications of lasers.</p> <p>will become familiar with and be able to use international (English) professional terminology.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013	

		International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Wahlpflichtmodul 3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97270	<b>Mehrkörperdynamik</b> Multibody dynamics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Mehrkörperdynamik (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Mehrkörperdynamik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco	

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

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

#### Verstehen

##### Die Studierenden:

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

#### Anwenden

##### Die Studierenden:

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

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

		<p>Analysieren</p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) eigenständig durch Integration bestimmen.</li> <li>• können die Auswirkungen der Zentrifugalmomente eines starren Körpers bei der Auslegung von Maschinen qualitativ und quantitativ beurteilen.</li> </ul> <p>Erschaffen</p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Mehrkörpermodelle realer Maschinen mit starren Körpern, Kraftelementen und Gelenken selbstständig aufbauen.</li> <li>• können deren Dynamik durch numerische Simulation analysieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Dynamik starrer Körper
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Wahlpflichtmodul 2.3 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schiehlen, Eberhard: Technische Dynamik. Teubner, 2004</li> <li>• Woernle: Mehrkörpersysteme. Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper. Springer, 2011</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94550	<b>Methode der Finiten Elemente</b> Finite element methods	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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

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

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten) <b>Methode der Finiten Elemente (Prüfungsnummer: 45501)</b> <b>(englischer Titel: Finite Element Methods)</b> Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablegung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024
		<table border="1"> <tr> <td>1. Prüfer:</td> <td>Kai Willner</td> </tr> </table>
1. Prüfer:	Kai Willner	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knothe, Wessels: Finite Elemente, Berlin:Springer</li> <li>• Hughes: The Finite Element Method, Mineola:Dover</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97160	<b>Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren</b> Methodical and computer-aided design	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Methodisches und Rechnerunterstütztes Konstruieren (3 SWS) Übung: MRK Übung B (1 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack Johannes Mayer	

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

- Wissen zu Baukasten-, Baureihen- und Plattformstrategien

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

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

#### **Verstehen**

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

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

#### **Anwenden**

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

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

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

#### **Analysieren**

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

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

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

#### **Erschaffen**

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

		<p>innovativer Produkte zu nutzen. Darüber hinaus werden spezielle Innovationsmethoden gelehrt, die die Entwicklung neuartiger Produkt unterstützen.</p> <p><b><u>Lern- bzw. Methodenkompetenz</u></b>  Die Studierenden sind in der Lage, selbständig die vermittelten Entwicklungsmethoden, Vorgehensmodelle sowie die aufgeführten rechnerunterstützten Methoden und Werkzeuge anzuwenden. Grundlage hierfür bildet das in der Vorlesung vermittelte Hintergrundwissen. Der sichere Umgang beim praktischen Einsatz des Lerninhalts wird durch spezielle Übungseinheiten zu den Themen Entwicklungsmethodik sowie Rechnerunterstützung ermöglicht.</p> <p><b><u>Selbstkompetenz</u></b>  Die Studierenden erarbeiten sich speziell im Übungsbetrieb Organisationsfähigkeiten zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen. Weiterhin nehmen die Studierenden eine objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. bei der Vorstellung eigener Lösungen im Rahmen des Übungsbetriebs) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. bei der Erarbeitung von Lösungen bzw. bei der Kompromissfindung in Gruppenarbeiten) vor.</p> <p><b><u>Sozialkompetenz</u></b>  Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuende und Mitstudierende wertschätzendes Feedback.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022 Wahlpflichtmodul 1.2 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 2022 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 2022
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Pahl/Beitz: *Konstruktionslehre*, Springer Verlag, Berlin.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92870	<b>Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anna Vikulina	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Modul zielt darauf ab, die physikalisch-chemische Prozesse an Oberflächen und die Grundprinzipien der Oberflächenfunktionalisierung zu verstehen, sowie moderne Methoden und Technologien der Oberflächenfunktionalisierung zu erheben.</p> <p>Vorlesungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Einführung in die Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe.</li> <li>2) Physikalische Chemie der Oberflächen I.</li> <li>3) Physikalische Chemie der Oberflächen II.</li> <li>4) Methoden der Oberflächencharakterisierung.</li> <li>5) Physikalische Modifikation der Oberflächen I.</li> <li>6) Physikalische Modifikation der Oberflächen II.</li> <li>7) Chemische Modifikation der Oberflächen I.</li> <li>8) Chemische Modifikation der Oberflächen II.</li> <li>9) Beschichtungstechnologien.</li> <li>10) Polymerbürsten.</li> <li>11) Dünnschichtabscheidung.</li> <li>12) Nanopartikel zur Oberflächenfunktionalisierung.</li> <li>13) Oberflächenmodifikation der Biomaterialien.</li> <li>14) "Safe-by-Design" polymere Werkstoffe.</li> <li>15) Abschlussvorlesung (Prüfungsvorbereitung).</li> </ol> <p>Übungsseminare:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Physikalische Chemie der Oberflächen: Adsorption</li> <li>2) Physikalische Chemie der Oberflächen: Benetzung und Oberflächenspannung.</li> <li>3) Polymerbürsten und Beschichtungen.</li> <li>4) Oberflächen von biopolymerbasierten Materialien.</li> </ol>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen Wissen physikalisch-chemische Grundprinzipien der Prozessen an Oberflächen, Adsorption, Benetzung und Oberflächenspannung; verwendet werden können der Methoden der Oberflächencharakterisierung und Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe Verstehen zusammenfassen Grundprinzipien der Oberflächenfunktionalisierung, erklären und vergleichen die Mechanismen der physikalischen und chemischen Modifikation der Oberflächen, klassifizieren und beschreiben die Beschichtungstechnologien Anwenden</p>	

		<p>anwenden die Methoden der Oberflächencharakterisierung und Funktionalisierung, mathematisch beschreiben Beschichtungsprozesse mittels Adsorption, Oberflächenspannung, Benetzungstheorien</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <p>evaluieren und kritisieren Stand der Technik, aktuelle Herausforderungen und Weiterentwicklung in Oberflächenfunktionalisierung polymerer Werkstoffe</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Abgeschlossenes Vordiplom, abgeschlossene GOP
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 83100	<b>Operations and Logistics I</b> Operations and logistics I	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	<b>Inhalt</b>	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	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	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	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Erfolgreich abgeschlossene Assessmentphase
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007

		16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten) Präsentation
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit MultipleChoice (50%) Präsentation (50%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Kursspezifische Literatur

1	<b>Modulbezeichnung</b> 82060	<b>Produktion, Logistik, Beschaffung</b> Production, logistics, procurement	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: TUB PLB (L) (2 SWS) Vorlesung: Produktion/Logistik/Beschaffung - Vorlesung (2 SWS) Übung: Produktion/Logistik/Beschaffung - Übung (2 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Christopher Münch Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>Wesentliche Inhalte sind:</p> <p>Bedeutung der Funktionen Beschaffung, Produktion, Logistik</p> <p>Grundlagen des Beschaffungsmanagements, insbes.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben und Objekte der Beschaffung, Entwicklungsstufen der Beschaffungskonzeption sowie generelle Bedeutung der betrieblichen Beschaffungsfunktion</li> <li>• Bestimmungsgrößen des Beschaffungsmanagements (insb. Ziele, interne und externe Rahmenbedingungen der Beschaffung)</li> </ul> <p>Grundlagen der Produktionstheorie, insbes.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Ziele und Entscheidungskriterien in der Produktion</li> <li>• Produktionstheoret. Abbildung von Faktorkombinationsprozessen produzierender Unternehmen</li> <li>• 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</li> <li>• Kostenverläufe bei kombinierter (kurzfristiger) Anpassung der Produktion an Beschäftigungsschwankungen</li> </ul> <p>Konzepte und Verfahren des Produktionsmanagements, insb.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lang-, mittel- &amp; kurzfristige Produktionsprogrammplanung</li> <li>• Produktionsprogrammplanung bei Ein- und bei Mehrproduktunternehmen (ohne Engpass, mit eindeutigem Engpass, bei mehreren Engpässen)</li> <li>• Prozess- bzw. Durchführungsplanung (insb. Losgrößen- und Ablaufplanung)</li> </ul> <p>Grundlagen der industriellen Logistik, insb.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trends und Entwicklungen in der Logistik</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Problemstellungen und Lösungsansätze in der Logistik</li> <li>• Konzepte zur Messung von Logistikleistung</li> <li>• Verkehrsträger und Transporttechnologien</li> </ul> <p>Grundlagen des Supply Chain Managements, insb.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Globalisierung und Supply Chain Management</li> <li>• Supply Chain Strategien</li> <li>• Supply Chain Partnerschaften</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>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 Produktionsprogrammplanung 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, Beschaffungsmarktforschung, Entscheidungen über Make or Buy, Lieferantenmanagement und Bestellung. Studierende können die ABC-Analyse sowie Verfahren zur programm- und verbrauchs-orientierten Bedarfsermittlung einsetzen.</p> <p>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.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Erfolgreicher Abschluss der Assessmentphase
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013  16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222  Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222  Wahlpflichtmodul Master of Science Maschinenbau 2007  Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007  16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Vorlesungs- und Übungsskript</p> <p>Voigt, K.-I.: Industrielles Management, Industriebetriebslehre aus prozessorientierter Sicht, Berlin 2009</p> <p>Adam, D.: Produktionsmanagement, Wiesbaden 1998</p> <p>Corsten, H.; Gössinger, R.: Produktionswirtschaft, Einführung in das industrielle Produktionsmanagement, München 2012</p> <p>Fandel, G.; Fistek, A.; Stütz, S.: Produktionsmanagement, Berlin 2010</p> <p>Kummer, S.; Grün, O.; Jammerneegg, W.: Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik, München 2018</p> <p>Kummer, S.; Grün, O.; Jammerneegg, W.: Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik Übungsbuch, München 2019</p> <p>Christopher, M (2010) Logistics and Supply Chain Management</p> <p>Mangan, J., Lalwani C &amp; Butcher, T (2008) Global Logistics and Supply Chain Management, Wiley, UK.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97122	<b>Produktionsprozesse in der Elektronik</b> Production processes in electronics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung Produktionsprozesse in der Elektronik behandelt die für die Produktion von elektronischen Baugruppen notwendigen Prozesse, Technologien und Materialien entlang der gesamten Fertigungskette. Dabei wird ausgehend vom Layoutentwurf der Leiterplatte auf die Prozessschritte zur fertigen elektronischen Baugruppe eingegangen. Zudem werden die notwendigen Aspekte der Qualitätssicherung und Materiallogistik und auch das Recycling behandelt. Ergänzend werden die Fertigungsverfahren für MEMS und Solarzellen sowie für flexible und dreidimensionale Schaltungsträger betrachtet. Die Übung findet im Rahmen von mehreren Exkursionen zu verschiedenen Unternehmen der Elektronikproduktion statt.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die wesentlichen Prozessschritte zur Herstellung elektronischer Baugruppen (von der Leiterplatte bis zum fertigen Produkt) intensiv kennen.</li> <li>• können mit diesem Wissen Konzepte für effiziente Fertigungsketten der Elektronikproduktion unter Berücksichtigung technologischer sowie produktionstechnischer Aspekte ableiten.</li> <li>• lernen die in der Elektronikproduktion eingesetzten lasergestützten Fertigungstechnologien detailliert kennen und sind in der Lage, mit den vermittelten Kenntnissen Konzepte für den Aufbau einer lasergestützten Fertigung von Elektronikkomponenten zu entwickeln.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013  Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013  5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022  Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022  Vertiefungsmodul 5.1 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p>	

		Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 5.4 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichnamiges Vorlesungsskript</li> <li>• Franke, Jörg (2013): Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID). Werkstoffe, Herstellung, Montage und Anwendungen für spritzgegossene Schaltungsträger. München: Hanser. Online verfügbar unter <a href="http://www.hanser-elibrary.com/action/showBook?doi=10.3139/9783446437784">http://www.hanser-elibrary.com/action/showBook?doi=10.3139/9783446437784</a>.</li> <li>• Härter, Stefan (2020): Qualifizierung des Montageprozesses hochminiaturisierter elektronischer Bauelemente. FAU University Press.</li> <li>• Kästle, Christopher (2019): Qualifizierung der Kupfer-Drahtbondtechnologie für integrierte Leistungsmodule in harschen Umgebungsbedingungen. Doctoralthesis. FAU University Press. Online verfügbar unter <a href="https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/docId/10812">https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/docId/10812</a>.</li> <li>• Kuhn, Thomas (2020): Qualität und Zuverlässigkeit laserdirektstrukturierter mechatronisch integrierter Baugruppen (LDS-MID). FAU University Press.</li> </ul>

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturmesstechnik: Messgröße Temperatur: (thermodynamische Temperatur, Symbole, Einheiten, Neudefinition der SI Einheiten, Temperatur als intensive Größe, Prinzip eines Messgerätes, direkte Messung und Voraussetzungen, indirekte Temperaturmessung und Voraussetzungen, Überblick primäre Temperaturmessverfahren, unmittelbar und mittelbare Temperaturmessung) Prinzipielle Einteilung der Temperaturmessverfahren, Temperaturskalen: praktische Temperaturskalen (Tripelpunkte, Schmelz- und Erstarrungspunkte), klassische Temperaturskalen (Benennung und Fixpunkte), ITS 90 (Bereich, Fixpunkte, Interpolationsinstrumente) Grundlagen der Temperaturmessung mit Berührungsthermometer Mechanische Berührungsthermometer Widerstandsthermometer (Pt100, NTC, PTC, Kennlinie, Messschaltungen) Thermoelemente (Grundlagen, Aufbau, Vergleichsstelle, Bauformen) Spezielle Temperaturmessverfahren (Rauschtemperaturmessung, Quarz-Thermometer) Strahlungsthermometer (Grundlagen, Prinzip, Schwarzer Strahler)</li> <li>• Wägetechnik: Messgrößen Masse und Gewicht, Prototypen, Rückführung und Masseableitung, Neudefinition des kg, Einflüsse auf Massenmessung, Balkenwaagen, Federwaagen, Elektromagnetische Kraftkompensationswaage, Komparatoren</li> <li>• Messen der Dichte: Messgröße Dichte, Einteilung der Dichtemessverfahren, Messverfahren für feste, flüssige und gasförmige Stoffe</li> <li>• Messen des Druckes: Messgröße Druck, Einteilung der Druckmessverfahren, Druckwaagen, Flüssigkeitsmanometer und Barometer, federelastische Druckmessgeräte, Druckmessumformer, Druckmittler, piezoelektrische Druckmessgeräte</li> <li>• Messen des Durchflusses: Messgröße Durchfluss, Einteilung der Durchflussmessverfahren, Volumetrische Messverfahren, Massendurchflussmessung</li> <li>• Messen des Füllstandes und Grenzstandes: Grundlagen (Messgrößen Füllstand und Grenzstand, Behälter, Einteilung), Messverfahren</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messen der Feuchte: Grundlagen (Messgröße Feuchte), Gasfeuchtemessung, Materialfeuchtemessung</li> </ul> <p><b>Content:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperature measurement: Measure "temperature (thermodynamic temperature, symbols, units, temperature and intensive quantity, principle of a measuring instrument, and direct measurement conditions, indirect temperature measurement and conditions Overview primary temperature measurement methods, direct and indirect temperature measurement) Basic classification of temperature measurement methods Temperature scales: practical temperature scales (triple points, melting and solidification points), classical temperature scales (naming and fixed points), ITS 90 (range, fixed points, interpolating instruments) Mechanical contact thermometers Resistance thermometer (Pt100, NTC, PTC, characteristic, measurement circuits) Thermocouples (foundations, structure, junction, mounting positions) Special methods of temperature measurement (noise temperature measurement, quartz thermometer) Pyrometer Static and dynamic thermal sensors</li> <li>• Weighing technology: Mass and weight, prototypes, traceability of mass, new definition of the kg, influences on mass measurement, beam balances, spring scales, electromagnetic force compensation, comparators</li> <li>• Measurement of density: Measurand density, Classification of density measurement methods, measurement procedures for solid, liquid and gaseous substances</li> <li>• Measurement of pressure: Measurand pressure, Classification of pressure measuring method, Pressure balances Liquid manometers and barometers, Resilient pressure gauges, Pressure transmitters, Diaphragm seals, Piezoelectric pressure gauge</li> <li>• Measurement of flow: Measurand flow, Classification of flow measurement methods, Volumetric measurement methods, Mass flow measurement</li> <li>• Measurement of filling level and limit state: Fundamentals (Measurands filling level and limit state, tanks, classification), Measuring methods</li> <li>• Measurement of humidity: Fundamentals (Measurand humidity), Gas humidity measurement, Material humidity measurements</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Prozessmesstechnik.</li> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben, die Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.</li> </ul> <p>Verstehen</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Messergebnissen und der zugrundeliegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.</li> <li>Die Studierenden verstehen die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Messaufgaben in den genannten Bereichen analysieren und beurteilen.</li> <li>Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik bewerten.</li> <li>Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik eigenständig auswählen.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben übertragen.</li> </ul> </li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Besuch der Grundlagen-Vorlesungen  Grundlagen der Messtechnik  (GMT) wird empfohlen.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Wahlpflichtmodul 6.1b Fertigungsmesstechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 6.1 Fertigungsmesstechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5</li> <li>• Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 ISBN 3-540-62672-7</li> <li>• Freudenberger, Adalbert: Prozeßmeßtechnik. Vogel Buchverlag, 2000 ISBN 978-3802317538</li> <li>• Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3</li> <li>• DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010</li> </ul> <p>*Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]<a href="http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0">http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96905	<b>Ressourceneffiziente Produktionssysteme</b> Resource-efficient production systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieerzeuger und Energieverbraucher in der Produktion</li> <li>• Stoff- und Energiestrommodellierung</li> <li>• Energiemanagement in der Produktion</li> <li>• Energiedatenerfassung</li> <li>• Informationstechnik zur Ressourceneffizienz</li> <li>• Materialeffizienz und Abfallmanagement</li> <li>• Produktbilanzierung</li> <li>• Planung von Produktionsanlagen</li> <li>• Fabrikplanung</li> <li>• Technische Gebäudeausrüstung</li> <li>• Führungsinstrumente für das Ressourcenmanagement</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen Die Studenten/Studentinnen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Energieträger innerhalb der Fertigung</li> <li>• kennen Energieerzeuger, Wandler und Verbraucher</li> <li>• kennen die Gestaltungsrichtlinien eines Energiewertstroms</li> <li>• kennen die DIN EN ISO 50001 zum Energiemanagement</li> <li>• kennen die bedeutendsten Maschinenelemente zur Steigerung der Ressourceneffizienz von Produktionsanlagen</li> <li>• kennen ressourceneffiziente Komponenten zur Gebäudeausrüstung</li> </ul> <p>Verstehen Die Studenten/Studentinnen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Anwendung von Sankey Diagrammen</li> <li>• verstehen die Ökobilanz und Carbon Footprint</li> <li>• verstehen die Messtechnik zur Ermittlung von Energiedaten</li> <li>• verstehen das Management von Energiedaten innerhalb der Automatisierungspyramide</li> <li>• verstehen die Bedeutung der Materialeffizienz</li> <li>• verstehen die Ökodesign-Richtlinie der EU</li> <li>• verstehen die Vorgehensweise zur ressourceneffizienten Planung einer Fabrik</li> <li>• verstehen Führungsinstrumente für das Ressourcenmanagement</li> </ul> <p>Anwenden Die Studenten/Studentinnen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können einen Energiewertstrom aufnehmen</li> <li>• können die richtigen Messmittel zur Aufnahme von Energiedaten auswählen</li> </ul>

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Wahlpflichtmodul 18.1 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 5.3 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktionsmaschinen Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich Klausur, Dauer (in Minuten): 60 wird als elektronische Prüfung durchgeführt
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neugebauer R. Handbuch Ressourcenorientierte Produktion; 2014 Carl Hanser Verlag München Wien</li> <li>• Hopf H. Methodik zur Fabrikssystemmodellierung im Kontext von Energie- und Ressourceneffizienz; 2016 Springer Fachmedien Wiesbaden</li> <li>• Grundig C. Fabrikplanung Planungssystematik- Methoden-Anwendungen; 2015 Carl Hanser Verlag München</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97110	<b>Technische Produktgestaltung</b> Technical product design	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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

Universal Design, Gestaltungsrichtlinien nach dem SENSI-Regelkatalog, etc.)

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

Verstehen

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

Verständnisse im Fokus:

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

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

#### Anwenden

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

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

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Handhabungs- und Montagetechnik zu erwerbenden Kompetenzen über montagegerechtes Konstruieren</li> <li>• Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Umformtechnik zu erwerbenden Kompetenzen über Fertigungsverfahren der Hauptgruppe Umformen nach DIN 8580</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen) Anhand der erlernten Grundlagen über unterschiedliche Aspekte des Design-for-X, deren Berücksichtigung bei der Gestaltung technischer Produkte durch Gestaltungsrichtlinien, Methoden, und Vorgehensweisen sowie den dargelegten Möglichkeiten zur Rechnerunterstützung können die Studierenden kontextbezogene Richtlinien für die Gestaltung technischer Produkte in unbekanntem Konstruktionsaufgaben auswählen und deren Anwendbarkeit einschätzen. Zudem sind sie in der Lage konträre Gestaltungsrichtlinien aufgabenspezifisch abzuwägen.</p> <p>Erschaffen Die Studierenden werden durch die erlernten Grundlagen befähigt, konkrete Verbesserungsvorschläge zu bestehenden Konstruktionen hinsichtlich unterschiedlicher Design-for-X Aspekte eigenständig zu erarbeiten. Zudem sind sie in der Lage technische Produkte so zu gestalten, dass diese verschiedenste technische und nicht-technische Anforderungen (fertigungsbezogene Anforderungen, Kostenanforderungen, Umweltaforderungen, Nutzeranforderungen, etc.) bedienen. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien für neuartige Fertigungsverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung technischer Produkte anzuwenden.</p> <p>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.</p> <p>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).</p> <p>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.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Wahlpflichtmodul 1.1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97190	<b>Technische Schwingungslehre</b> Mechanical vibrations	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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

- Die Studierenden kennen das Verfahren der modalen Reduktion.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Zeitschrittintegration bei beliebiger Anregung.
- Die Studierenden kennen die Definition der Stabilität für lineare Systeme.

#### Verstehen

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

#### Anwenden

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

#### Analysieren

- Die Studierenden können problemgerecht zwischen physikalischer Darstellung und Zustandsdarstellung wählen und die entsprechenden Verfahren zur Bestimmung der Eigenlösung und gegebenenfalls der partikulären Lösung einsetzen.

#### Evaluieren (Beurteilen)

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können anhand der Eigenwerte bzw. der Wurzelorte das prinzipielle Lösungsverhalten eines linearen Schwingungssystems beurteilen und Aussagen über die Stabilität eines Systems treffen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Kenntnisse aus dem Modul "Dynamik starrer Körper"</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Wahlpflichtmodul 2.2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (90 Minuten)</p> <p>Technische Schwingungslehre (Prüfungsnummer: 71901)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 90 h</p> <p>Eigenstudium: 60 h</p>

14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Magnus, Popp: Schwingungen, Stuttgart:Teubner 2005

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein	
5	<b>Inhalt</b>	<p>* Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik*</p> <p>Es werden aufbauend auf die in dem Modul "Umformtechnik" behandelten Prozesse begrenzt auf die sog. zweite Fertigungsstufe, d.h. Stückgutfertigung - die dafür erforderlichen Umformmaschinen und Werkzeuge vertieft. Im Bereich der Umformmaschinen bilden arbeitsgebundene, kraftgebundene und weggebundene Pressen wie auch die aktuellen Entwicklungen zu Servopressen den Schwerpunkt. In der Thematik der Werkzeuge werden Aspekte wie Werkzeugauslegung, Werkzeugwerkstoffe und Werkzeugherstellung betrachtet, insbesondere auch Fragen der Lebensdauer, Beanspruchung und Beanspruchbarkeit sowie die Möglichkeiten zur Verschleißminderung und Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit. Dabei werden auch hier neben den Grundlagen auch aktuelle Entwicklungen angesprochen, wie z.B. in Bereichen der Armierung, Werkstoff und Beschichtungssysteme.</p> <p>* Umformverfahren und Prozesstechnologien (UT2)*</p> <p>Es werden aufbauend auf die im Modul "Umformtechnik" behandelten Grundlagen verschiedene Umformverfahren und Prozesstechnologien vertieft. Im Vordergrund stehen Fragestellungen zur Verarbeitung moderner Leichtbaumaterialien, wie hochfeste Stahl-, Aluminium- und Titanwerkstoffe, aber auch Prozesstechnologien wie Tailored Blanks oder Presshärten. Darüber hinaus werden verschiedene Aspekte der numerischen Prozessauslegung sowie aktuelle Trends aus Forschung und Entwicklung, wie beispielsweise Rapid Manufacturing, angesprochen.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>* Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik*</p> <p>Wissen Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformmaschinen und Umformwerkzeuge</p> <p>Anwenden Die Studierenden können das erworbene Wissen anwenden, um für die Bandbreite umformtechnischer Prozesse (Blech/Massiv, Kalt/Warm) mit den unterschiedlichsten Anforderungen (Bauteilgröße, Geometriekomplexität, Losgröße, Hubzahl, etc.) für den jeweiligen Fall geeignete Maschinen und Werkzeuge auszuwählen.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Wirkprinzipien der Maschinen zu beschreiben, zu differenzieren, zu klassifizieren und mit Hilfe von Kenngrößen zu bewerten</li> <li>• Die Studierenden können die getroffene Auswahl an Werkzeugmaschinen und Werkzeugen entsprechend der vermittelten Kriterien begründen bzw. gegenüber Alternativen bewerten und abgrenzen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Werkzeuggestaltung, Werkzeugwerkstoffauswahl entsprechend den unterschiedlichen Prozessen der Blech- und Massivumformung einzuordnen und zu bewerten.</li> </ul> <p>* Umformverfahren und Prozesstechnologien (UT2)*</p> <p>Wissen Die Studierenden erwerben Wissen über Grundlagen verschiedener Umformverfahren und Prozesstechnologien.</p> <p>Anwenden Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen anzuwenden um unter Berücksichtigung anforderungsspezifischer Randbedingungen ein geeignetes Umformverfahren auszuwählen und entsprechende Prozesstechnologien einzusetzen.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage den Einsatz verschiedener Umformverfahren und Technologien zu begründen und deren Potential zu bewerten.</li> <li>• Die Studierenden können zudem die jeweiligen Prozesse beschreiben und relevante Kenngrößen einordnen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1;2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Vertiefungsmodul 4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 2022</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 593320	<b>Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren</b> Connected mobility and autonomous driving	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: 3: ConnMob-UE (2 SWS) Vorlesung: Connected Mobility and Autonomous Driving (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev Michael Heine	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Es ist inzwischen allgemein bekannt, dass Fahrzeuge der Zukunft hochgradig vernetzt sein werden. Der aktuelle Trend geht in Richtung des autonomen Fahrens. In den bisherigen Betrachtungen wurde insbesondere die ad-hoc Kommunikation zwischen Fahrzeugen auf unteren Schichten untersucht (Fahrzeugkommunikation). Im Rahmen der vernetzten Mobilität soll das Fahrzeug vor allem als Teil eines größeren Ökosystems mit weiteren Teilnehmern (z.B. Personen, Radfahrern, Ampeln, Gebäuden etc.) gesehen werden. All dies gibt die Möglichkeit den ständig wachsenden Bedarf an Mobilität zu optimieren und neue Sicherheits- und Komfortdienstleistungen zu schaffen. Dies erfordert jedoch die Lösung einiger komplexer Herausforderungen. Neben den gesellschaftlichen und rechtlichen Aspekten müssen insbesondere auch technische Voraussetzungen geschaffen werden. Dazu gehören u.a. geeignete Kommunikationstechnologien (v.a. ad-hoc, Mobilfunk) und Kommunikationsarchitekturen (Cloud-, Edge/Fog-, Node-Computing). Neben Technologien, Methoden und innovativen Mobilitätsdienstleistungen werden im Rahmen dieser Lehrveranstaltung auch grundlegende Aspekte der Verkehrsplanung und Verkehrstechnik eingeführt sowie der intermodale Verkehr besprochen.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Verstehen Verständnis grundlegender Konzepte u.a. von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ad-Hoc Kommunikation</li> <li>• Mobilfunkkommunikation</li> <li>• Verkehrsplanung</li> <li>• Architekturen</li> <li>• Fahrzeug als Teil eines Mobilitäts-Ökosystems</li> <li>• Innovative Dienste</li> </ul> <p>Anwenden Bearbeitung von Übungsaufgaben Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiede zwischen unterschiedlichen Kommunikationstechnologien und Architekturen aufdecken</li> <li>• Relevante Zukunftsszenarien aufbauen</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen) Anwendung von Simulation und Modellierung zur Evaluierung zukünftiger Szenarien und Fallstudien.</p>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Barbara Flügge; Smart Mobility - Connecting Everyone: Trends, Concepts and Best Practices; Vieweg Teubner, 2017  Maurer, M., Gerdes, J.C., Lenz, B., Winner, H. (Hrsg.); Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte; Springer 2015  Johanning, V., Mildner, R.; Car IT kompakt: Das Auto der Zukunft Vernetzt und autonom fahren; Springer, 2015

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97089	<b>Werkstoffcharakterisierung in Urform- und Füge-technik</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Werkstoffcharakterisierung in Urform- und Füge-technik (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Fabian Teichmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1;2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 8 Gießereitechnik Master of Science Maschinenbau 2022 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 2022
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Bedeutung von Elektronik und Software ist in der Fahrzeugtechnik stark gestiegen, gleichzeitig stellen die komplexen Entwicklungsprozesse in der Automobilindustrie hohe Anforderungen an Berufseinsteiger. Absolventen benötigen daher zunehmend spezialisierte Kenntnisse aus den Themenbereichen Elektronik, Software und Vernetzung von Fahrzeugen. Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde am Department Informatik ein spezieller Studienschwerpunkt "Informatik in der Fahrzeugtechnik" im Studiengang Informatik eingerichtet.</p> <p>Die Vorlesung "Zukunft der Automobiltechnik" zeigt querschnittlich neue Trends in der Konzeption und Entwicklung auf und führt in das Thema "Informatik in der Fahrzeugtechnik" ein.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erwerben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse über Szenarien der Automobiltechnik, insbesondere zu wirtschaftlichen Einflussfaktoren und technologischen Grundlagen der Fahrzeugproduktion</li> <li>• praxisnahe Erfahrungen rund um die Automobiltechnik, z.B. im Bereich Fahrzeugelektronik, und um den Einsatz von Informatikmethoden im Auto und in der Produktion</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Rechnerkommunikation
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Klausur, 60 Minuten</p>

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

# Vertiefungsmodul

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95340	<b>Automotive Engineering I</b> Automotive engineering	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Automotive Engineering 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl Jan Fröhlich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung ist an alle ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und Studierenden mit Interesse an einer Tätigkeit in der Automobilindustrie oder deren Umfeld gerichtet. Es werden die Themen der Produktentstehung bis zur Fertigung und Vertrieb beleuchtet. Dabei wird der Aspekt des interdisziplinären Agierens aus unterschiedlichen Blickwinkeln dargestellt.</p> <p>Zum einen werden Einblicke in die technische, konstruktive Umsetzung von wesentlichen Elementen eines Automobils gestreift, zum anderen sollen aber auch strategische und betriebswirtschaftlich bestimmende Größen vermittelt und deren Bedeutung für den Ingenieur vertieft werden. Ziel ist es ein Gesamtverständnis für den Komplex der Automobilindustrie zu vermitteln.</p> <p>Das Automobil ist zunehmend eines der komplexesten Industriegüter. Es ist geprägt durch gesellschaftliche Anforderungen, gesetzliche Restriktionen und unterschiedlichste Markt- und Kundenwünsche weltweit.</p> <p>Lernen Sie die Herausforderungen für die Ingenieurwissenschaften in der Automobilindustrie kennen, die Zusammenhänge verstehen und die Lösungen zu erarbeiten.</p> <p>Folgende thematischen Schwerpunkte werden in der Vorlesung behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über die Abläufe und Rahmenbedingungen für die Entwicklung in der Automobilindustrie.</li> <li>• Die Produktentstehung</li> <li>• Der Produktionsprozess in der Automobilindustrie</li> <li>• Integrierte Absicherung</li> <li>• Handelsorganisation: Markteinführung, Marketingkonzepte, Service und Aftermarket Strategien</li> <li>• Elektrifizierung, Hybrid, alternative Antriebe</li> <li>• Elektronik im Fahrzeug: Fahrerassistenz, Navigation, Kommunikation</li> <li>• Neue Technologien für die Herstellung von Karosserien</li> <li>• Passive und aktive Sicherheit. Trend und Markttendenzen, technische Lösungen</li> <li>• Entwicklung der Fahrdynamik</li> <li>• IT-Systeme in der Automobilindustrie</li> <li>• Spitzenleistungen als faszinierende Herausforderungen (Designstudien, Experimentalfahrzeuge, Rennsport)</li> <li>• Qualitätsmanagement</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Nach besuch der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage:

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einen Überblick über die Produktentstehung bis hin zur Serienentwicklung zu geben</li> <li>• Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen</li> <li>• Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen</li> <li>• Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen</li> <li>• Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben</li> <li>• Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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

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

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen die Grundlagen der Schmierung und Reibung in Führungssystemen</li> <li>• Verstehen die Funktionsprinzipien verschiedener Führungssysteme</li> <li>• Verstehen die Funktionsweise verschiedener Motoren</li> <li>• Verstehen die unterschiedlichen Lagerungskonzepte für bewegte Elemente der Werkzeugmaschine</li> </ul> <p>Anwenden</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Können die wesentlichen Elemente der Werkzeugmaschine auslegen (Hauptantrieb, Führung, Vorschub, Gestell)</li> <li>• Können die Komplexität der Anforderungen an Werkzeugmaschinen diskutieren</li> <li>• Können den Antriebsstrang einer Werkzeugmaschine in die einzelnen Bestandteile zerlegen</li> <li>• Können Anforderungen aus einem gegebenen Fertigungsprozess an die Werkzeugmaschine ableiten</li> <li>• Können die Ursachen von Ratterschwingungen in Werkzeugmaschinen analysieren</li> <li>• Können den optimalen Lagerabstand für Hauptantriebe berechnen</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Vertiefungsmodul 18.1 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.3 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktionsmaschinen Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 18.2 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 5.5 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktionsmaschinen Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 2022</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (60 Minuten)

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Hirsch, Andreas: Werkzeugmaschinen: Grundlagen, Auslegung, Ausführungsbeispiele. Springer Verlage 2012.  Brecher, C., Weck, M.: Werkzeugmaschinen. Band 1 bis 5. Springer Verlag.

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

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

		<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die 5S Methode und können diese selbstständig inklusive der dafür benötigten Werkzeuge in der Praxis anwenden.</li> <li>• können den Kundentakt und die benötigte Mitarbeiteranzahl berechnen</li> <li>• können eine Wertstromanalyse eigenständig durchführen und dokumentieren</li> <li>• können einen Wertstrom optimieren und ein Soll-Wertstromdesign gestalten.</li> <li>• können eigenständig die Rüstzeit eines Prozesses durch die SMED Methode (inklusive der enthaltenen Werkzeuge) in der Praxis reduzieren.</li> <li>• können die Austaktung mehrerer Prozesse im Wertstrom vornehmen (inklusive Zykluszeitermittlung, Taktabstimmendiagramm, etc.)</li> <li>• können die vier Kernaktivitäten des Shopfloor Managements durchführen und diese systematisch überwachen</li> <li>• können die FQA- Methode anwenden inklusiver der enthaltenen Werkzeuge</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Vertiefungsmodul 18.1 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 18.2 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.3 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktionsmaschinen Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.5 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktionsmaschinen Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester

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

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92546	<b>Elektrifizierung von Fahrzeugen und Flugzeugen</b> Power electronics in vehicles and electric powertrains	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Elektrifizierung von Fahrzeugen und Flugzeugen (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Martin März	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V)</li> <li>• Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV)</li> <li>• Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power)</li> <li>• kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen</li> <li>• analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften</li> <li>• kennen die Grundsaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler)</li> <li>• kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten</li> <li>• kennen die Grundsaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren</li> <li>• kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene</li> </ul> <p>Fachkompetenz Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben</li> <li>• Die wichtigsten Bauelemente und Grundsaltungen auslegen</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und</li> </ul>	

		Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Begleitendes Vorlesungsskript

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94950	<b>Elektromaschinenbau</b> Engineering of electric drives	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Dr.-Ing. Alexander Kühl
5	<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden zu vermitteln, wie sich die Wertschöpfungskette nach dem Entwurf, der Konzeption und der Konstruktion eines Produkts gestaltet. Anhand der Vorlesungseinheiten werden den Studierenden Einblick in die verschiedenen Eigenschaften der elektrischen Maschinen gewährt. Darüberhinaus werden anhand des Stands der Technik die verschiedenen Prozesse entlang der Wertschöpfungskette, vom Blech über den Magneten und der Wicklung bis hin zur Isolation und der Prüfung des Produkts, vermittelt. Somit wird den Hörern der Vorlesung Elektromaschinenbau das nötige Wissen gelehrt, welches notwendig ist, laufende Produktionsprozesse von Serienprodukten stetig hinsichtlich Ökonomie und Energie- und Ressourceneffizienz zu verbessern sowie die Prozesse für die Umsetzung von Neuentwicklungen in die Serien- und Produktionsreife zu überführen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Grundlagen zu elektrischen Maschinen</li> <li>• Weichmagnetische Werkstoffe</li> <li>• Hartmagnetische Werkstoffe</li> <li>• Wickeltechnik</li> <li>• Isolationstechnologien</li> <li>• Statorprüfung</li> <li>• Produktion und Endmontage elektrischer Maschinen</li> <li>• Produktion elektrischer Maschinen für Traktionsantriebe</li> <li>• Spezielle Anwendungsfelder des Elektromaschinenbaus</li> <li>• Recycling elektrischer Maschinen</li> <li>• Elektronik im Elektromaschinenbau</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis von Bauarten, Einsatzfelder, Nutzen, Leistungsfähigkeit und technischen Neuerungen elektrischer Antriebe</li> <li>• Kenntnis von Aufbau, Einzelkomponenten und Materialien elektrischer Antriebe</li> <li>• Kenntnis der Einzelprozesse zur Produktion elektrischer Antriebe</li> <li>• Beherrschung von Methoden und Werkzeugen zur Planung, Inbetriebnahme, Betrieb und Optimierung von Produktionsketten für elektrische Antriebe</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022</p> <p>Vertiefungsmodul 5.1 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.4 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2022</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 2022</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur</p> <p>Klausur, 60 Minuten</p> <p>oder elektronische Präsenzprüfung</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Tzscheutschler - Technologie des Elektromaschinenbaus</p> <p>Jordan - Technologie kleiner Elektromaschinen</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96925	<b>Fertigungsmesstechnik II</b> Manufacturing metrology II	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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

		<p>algebraische Rekonstruktion, gefilterte Rückprojektion, Artefakte (Strahlaufhärtung, Ringartefakte, Streustrahlung, Scannerausrichtung), Schwellwertfindung, Anwendung (Defekterkennung, Micro- und Nano-CT, Hochenergie-CT, Multimaterial), Rückführung</p> <p>*Spezifikation und Messung optischer Komponenten:* Zeichnungen für optische Elemente und Systeme, Materialspezifikation, Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Prüfung der Oberflächenformabweichungen (Passe) mit Probegläsern, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, Messung geometrischer Spezifikationen</p> <p>*Mikro- und Nanomesstechnik:* Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoordinatensysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik.</li> <li>• Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben</li> <li>• Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen.</li> <li>• Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen.</li> <li>• Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren.</li> </ul> <p>Evaluiieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Messergebnisse zu hinterfragen und auf dieser Basis die Funktionalität des Messsystems sowie die zum Zeitpunkt der Messung vorherrschenden Messbedingungen zu bewerten.</li> </ul> <p>Erschaffen</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Eine Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Fertigungsmesstechnik 1" wird empfohlen, ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Vertiefungsmodul 6.1a Fertigungsmesstechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 6.1 Fertigungsmesstechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, <a href="http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html">http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html</a></p> <p>DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012</p> <p>Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9</p> <p>Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg +Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5</p>

Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9

Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2

Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2

Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012

Hausotte, Tino: Nanopositionier- und Nanomessmaschinen - Geräte für hochpräzise makro- bis nanoskalige Oberflächen- und Koordinatenmessungen. Pro Business Verlag, 2011 - ISBN 978-3-86805-948-9

David J. Whitehouse: Handbook of Surface and Nanometrology, Crc Pr Inc., 2010 - ISBN 978-1420082012

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97277	<b>Geometrische numerische Integration</b> Geometric numerical integration	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration of ordinary differential equations</li> <li>• Numerical integration</li> <li>• Conservation of first integrals (linear and quadratic invariants)</li> <li>• Symplectic integration of Hamiltonian systems</li> <li>• Variational integrators</li> <li>• Error analysis</li> </ul> <p>In this lecture, numerical methods that preserve the geometric properties of the flow of a differential equation are presented. First, basic concepts of integration theory such as consistency and convergence are repeated. Several numerical integration methods (Runge-Kutta methods, collocation methods, partitioned methods, composition and splitting methods) are introduced. Conditions for the preservation of first integrals are derived and proven. After a brief introduction into symmetric methods, symplectic integrators for Lagrange and Hamilton systems are considered. Basic concepts such as Hamilton's principle, symplecticity, and Noether's theorem are introduced. A discrete formulation leads to the class of variational integrators which is equivalent to the class of symplectic methods. The symplecticity leads to a more accurate long-time integration which is proven by concepts of backward error analysis and is demonstrated by means of numerical examples.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen The students are familiar with Lagrange systems and Hamiltonian systems and Hamilton's principle know the terms ordinary differential equation and analytic solution are familiar with consistency and convergence of a discrete evolution know standard integrators to solve ordinary differential equations numerically (Runge-Kutta methods, collocation methods, composition and splitting methods) know symmetric integrators are familiar with the terms first integrals and quadratic invariants are familiar with Noether's theorem and symplecticity of the Hamilton flow know symplectic integrators/variational integrators know conservation properties of symplectic/variational integrators are familiar with variational error analysis and backward error analysis</p> <p>Anwenden The students derive Lagrange- and Hamilton's equations</p>

		determine invariants of dynamical systems implement numerical integrators and solve the ordinary differential equations numerically analyse the numerical solutions regarding accuracy, conservation of invariants, convergence, symmetry
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Vertiefungsmodul 2.3 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 2.4 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 2.5 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 2007 2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hairer, G. Wanner and C. Lubich, Geometric Numerical Integration: Structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations. Springer, 2006.</li> <li>• E. Hairer, S. Nørsett, and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. I Nonstiff problems. Springer, 1993.</li> <li>• E. Hairer and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. II Stiff and differential-algebraic problems. Springer, 2010.</li> <li>• J. E. Marsden and M. West, Discrete mechanics and variational integrators. Acta Numerica, 2001.</li> <li>• E. Hairer, C. Lubich and G. Wanner. Geometric numerical integration illustrated by the StörmerVerlet method. Acta Numerica, 2003.</li> </ul>

- |  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• E. Süli and D. F. Mayers, An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, 2003.</li></ul> |
|--|--|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94951	<b>Grundlagen der Robotik</b> Fundamentals of robotics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Veranstaltung Grundlagen der Robotik richtet sich insbesondere an die Studierenden der Informatik, des Maschinenbaus, der Mechatronik, der Medizintechnik sowie des Wirtschaftsingenieurwesens. Im Rahmen der Veranstaltung werden zunächst die Grundlagen der modernen Robotik erläutert und anschließend fachspezifische Grundlagen zur Konzeption, Implementierung und Realisierung von Robotersystemen vermittelt. Hierbei liegt der Fokus neben klassischen Industrierobotern auch auf neuen Robotertechnologien für den Service-, Pflege- und Medizinbereich. Im Rahmen der letzten Vorlesungseinheiten sowie der Übungseinheiten werden dem Hörer weiterhin die Grundlagen des Robot Operating System (ROS) vermittelt und es wird durch praktische Übungen die Arbeit und Roboterprogrammierung mit ROS erlernt. Die Veranstaltung umfasst hierfür die nachfolgenden Themenschwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauformen, Begriffe, Definitionen, Historie, rechtliche Grundlagen und Roboterethik</li> <li>• Roboteranwendungen in Industrie, Service, Pflege und Medizin</li> <li>• Sensorik und Aktorik für Robotersysteme</li> <li>• Kinematik und Dynamik verschiedener Roboterbauformen</li> <li>• Steuerung, Regelung und Bahnplanung</li> <li>• Varianten der Roboterprogrammierung</li> <li>• Planung und Simulation von Robotersystemen</li> <li>• Robot Operating System (ROS)</li> <li>• Computer Vision (OpenCV)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Ziel der Vorlesung ist, den Studierenden einen fundierten Überblick über aktuelle Roboterapplikationen zu vermitteln sowie die grundlegenden Bauformen, Begrifflichkeiten und gesetzlichen Rahmenbedingungen vorzustellen. Darauf aufbauen werden die notwendigen technischen Grundlagen moderner Robotersysteme sowie die Programmierung eines Roboters mit ROS erlernt.</p> <p>Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Roboter hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren, das für eine vorgegebene Anwendung optimale Robotersystem auszuwählen und hierbei ethische und arbeitsschutzrechtliche Aspekte zu berücksichtigen.</li> <li>• Robotersysteme auszulegen, zu entwickeln und die erforderlichen Bewegungsabläufe zu planen,</li> <li>• die für verschiedene Roboterapplikationen notwendige Sensorik und Aktorik auszuwählen,</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robotersysteme durch den Einsatz von Planungs- und Simulationswerkzeugen zu validieren</li> <li>• sowie Roboter mit Hilfe des Robot Operating Systems zu programmieren und zu steuern.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Vertiefungsmodul 5.1 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.4 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97121	<b>Handhabungs- und Montagetechnik</b> Industrial handling and assembly technology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Vertiefungsfach Handhabungs- und Montagetechnik wird die gesamte Verfahrenskette von der Montageplanung bis zur Inbetriebnahme der Montageanlagen für mechanische sowie elektrotechnische Produkte aufgezeigt. Einleitend erfolgt die Darstellung von Planungsverfahren sowie rechnergestützte Hilfsmittel in der Montageplanung. Daran schließt sich die Besprechung von Einrichtungen zur Werkstück- und Betriebsmittelhandhabung in flexiblen Fertigungssystemen und für den zellenübergreifenden Materialfluß an. Desweiteren werden Systeme in der mechanischen Montage von Klein- und Großgeräten, der elektromechanischen Montage und die gesamte Verfahrenskette in der elektrotechnischen Montage diskutiert (Anforderung, Modellierung, Simulation, Montagestrukturen, Wirtschaftlichkeit etc.). Abrundend werden Möglichkeiten zur rechnergestützten Diagnose/Qualitätssicherung und Fragestellungen zu Personalmanagement in der Montage und zum Produktrecycling/-demontage behandelt.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Montagefreundlichkeit von Produkten zu beurteilen und zu verbessern,</li> <li>• Montage- und Handhabungsprozesse zu beurteilen, auszuwählen und zu optimieren,</li> <li>• die dazu erforderlichen Geräte, Vorrichtungen und Werkzeuge zu bewerten, und</li> <li>• Montageprozesse sowie -systeme zu konzipieren, zu planen und weiterzuentwickeln.</li> </ul> <p>Dieses Wissen ist vor allem in den Bereichen Produktentwicklung, Konstruktion, Produktionsmanagement, Fertigungsplanung, Einkauf, Vertrieb und Management sowie in allen industriellen Branchen (z. B. Automobilbau, Elektrotechnik, Medizintechnik, Maschinen- und Anlagenbau) erforderlich.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013  Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013  Wahlpflichtmodul 5.4 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p>	

		Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldmann, Klaus; Schöppner, Volker; Spur, Günter (Hg.) (2014): Handbuch Fügen, Handhaben, Montieren. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage. München: Hanser.</li> <li>• Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.</li> <li>• Rainer Müller, Jörg Franke, Dominik Henrich, Bernd Kuhlenkötter, Annika Raatz, Alexander Verl (Hg.) (2019): Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration: Hanser Fachbuchverlag.</li> </ul>

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

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

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

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

### **Verstehen**

Studierende verstehen die grundlegenden Abläufe und Zusammenhänge in den Bereichen:

- Risikoeinschätzung
- Planungs- und Managementtechniken

- Information, Wissen und Wissensmanagement
- Innovationsmanagement
- Affective Engineering

### **Anwenden**

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

### **Analysieren**

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

### **Evaluieren (Beurteilen)**

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

### **Erschaffen**

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

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

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

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

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

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

#### **Selbstkompetenz**

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

#### **Sozialkompetenz**

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

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022 Vertiefungsmodul 1.2 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 2007 1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 2022 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 2022
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 48600	<b>Karosseriebau</b> Car body construction	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz (2 SWS) Vorlesung: Karosseriebau - Werkzeugtechnik ( SWS)	2,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Paul Dick Dr. Peter Feuser	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Karosseriebau - Werkzeugtechnik*</p> <p>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. Zum Modul gehört darüber hinaus eine Exkursion zum PT- und Serienwerkzeugbau der Mercedes Car Group in Sindelfingen.</p> <p>*Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz*</p> <p>Die Entwicklung neuer, hochfester Stahlbleche für den Karosseriebau erfordert eine Anpassung der Umformprozesse. Es werden die Grundlagen der Warmumformung behandelt und deren Prozesskette von der Machbarkeitsanalyse bis hin zum Fertigungsprozess dargestellt. Dabei werden u. a. die Fertigungstechnologien für den Prototypenbau und die Serienproduktion vorgestellt. Als letzten Produktionsschritt werden Möglichkeiten zum Korrosionsschutz für die Karosserie und warmumgeformte Bauteile erläutert. Abschließend wird die Prototypen- und Serienfertigung für das Warmumformen bei einer Exkursion zu einem Serienlieferanten von warmumgeformten Bauteilen live erlebt.</p> <p>AutoForm Workshop</p> <p>Ab dem Wintersemester 15/16 wird im Rahmen des Moduls ein zweitägiger AutoForm Workshop integriert. AutoForm ist ein konventionelles Simulationsprogramm aus dem Bereich der Blechumformung, welches vor allem in der Automobilindustrie sehr häufig eingesetzt wird. Im Rahmen des Workshops wird der grundlegende Umgang mit der Simulationssoftware durch Mitarbeiter der Firma AutoForm vermittelt. Neben theoretischen Schulungsanteilen ist ausreichend Zeit dafür vorgesehen, in Partnerarbeit eigenständig Umformsimulationen (Kalt- und Warmumformung) und Auswertungen durchzuführen. Als Demonstratorbauteil dient ein reales Karosseriebauteil der aktuellen C-Klasse. Der Inhalt des Workshops ist klausurrelevant.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozesskette, die von der Idee zur Serienfertigung durchlaufen wird.</li> <li>• Die Studierenden erwerben Wissen über Warmumformung von Blechen und deren Einsatz in der Industrie.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erwerben Wissen über Korrosionsschutz im Automobilbau, dessen Funktion und mittels welcher Prozesse dieser aufgebracht werden kann.</li> </ul> <p>Anwenden Die Studierenden lernen das Wissen auf spezifische Problemstellungen zu übertragen.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage Bauteilanforderungen anhand des Einsatzbereichs zu evaluieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>4 Umformtechnik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97320	<b>Kunststofftechnik II</b> Plastics engineering II	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technologie der Verbundwerkstoffe (2 SWS) Vorlesung: Konstruieren mit Kunststoffen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>[*Inhalt: Konstruieren mit Kunststoffen*]  "Konstruieren mit Kunststoffen" stellt wichtige Aspekte für die Konstruktion von Bauteilen mit Kunststoffen dar.  Der Inhalt gliedert sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung, methodisches Konstruieren, Anforderungslisten</li> <li>• Werkstoffauswahl, Werkstoffdatenbanken</li> <li>• Auswahl des Fertigungsverfahrens</li> <li>• Innere Eigenschaften und Verarbeitungseinflüsse</li> <li>• Werkzeuge für den Verarbeitungsprozess</li> <li>• Modellbildung und Simulation des Verarbeitungsprozesses</li> <li>• Dimensionieren</li> <li>• Modellbildung und Simulation zu Bauteilauslegung</li> <li>• Werkstoffgerechtes Konstruieren</li> <li>• Verbindungstechnik</li> <li>• Maschinenelemente</li> <li>• Rapid Prototyping und Rapid Tooling</li> <li>• Bauteilprüfung und Produkterprobung</li> </ul> <p>Eine wichtige Grundlage sind die Kenntnis der Eigenschaften der verschiedenen Kunststoffe und ihre Modifikationen sowie die Kenntnis der Fertigungsprozesse und dass diese sich entscheidend auf die Bauteilkonstruktion auswirken.</p> <p>[*Inhalt: Technologie der Verbundwerkstoffe*]  "Technologie der Faserverbundwerkstoffe" stellt die einzelnen Komponenten (Faser und Matrix), die Auslegung, Verarbeitungstechnologie, Simulation und Prüfung mit Fokus auf Faserverbundkunststoffe vor.  Im Einzelnen ist "Technologie der Faserverbundwerkstoffe" wie folgt gegliedert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Verstärkungsfasern</li> <li>• Matrix</li> <li>• Fasern und Matrix im Verbund</li> <li>• Verarbeitung (Duroplaste und Thermoplaste)</li> <li>• Auslegung (klassische Laminattheorie)</li> <li>• Gestaltung und Verbindungstechnik</li> <li>• Simulation</li> <li>• Mechanische Prüfung und Inspektion</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen für die Konstruktion mit Kunststoffen.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Vorgangsweise beim Erstellen einer Konstruktion mit Bauteilen aus Kunststoff.</li> <li>• Verstehen, wie sich die speziellen Eigenschaften der Kunststoffe auf die Konstruktion auswirken.</li> <li>• Kennen und Verstehen die wichtigen Punkte bei der Erstellung einer Simulation.</li> <li>• Kennen die verschiedenen Hilfsmittel bei Erstellung einer Konstruktion, wie etwa Werkstoffdatenbanken und Simulationen und können diese Anwenden.</li> <li>• Können für eine gegebene Konstruktionsaufgabe verschiedene Werkstoffe auswählen und bewerten</li> <li>• Können einen Werkstoff für ein gegebenes Anforderungsprofil sowie kunststoff- und fertigungsgerechte Konstruktion eines Bauteils auswählen.</li> <li>• Können eine kritische, bewertende Betrachtung von Bauteilen hinsichtlich Werkstoffauswahl und Konstruktion durchführen.</li> <li>• Können Simulationsergebnissen bewerten und daraus sinnvolle Maßnahmen für die Konstruktion ableiten.</li> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen im Bereich der Faserverbundkunststoffe.</li> <li>• Kennen die verschiedenen Halbzeuge und deren verfügbare Konfektionierung.</li> <li>• Kennen und Verstehen die Verarbeitung von faserverstärkten Formmassen.</li> <li>• Kennen die Struktur und die besonderen Merkmalen der unterschiedlichen Ausprägungen und Werkstoffe von Fasern und Matrix und können diese erläutern.</li> <li>• Verstehen die Auslegung, die Verbindungstechnik und die Simulation von faserverstärkten Bauteilen.</li> <li>• Können ein werkstoff- und belastungsgerechten Faserverbundbauteil auslegen und konstruieren.</li> <li>• Können Faserverbundbauteile hinsichtlich Werkstoffauswahl, Gestaltung und Konstruktion beurteilen.</li> <li>• Können Simulationsergebnisse zu Faserverbundbauteilen beurteilen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften, Verarbeitungsverfahren und Konstruktionsweisen von faserverstärkten Kunststoffen</li> <li>• Rechnergestützte Produkt- und Prozessentwicklung in der Kunststofftechnik</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 Vertiefungsmodul 7 Kunststofftechnik Master of Science Maschinenbau 2007
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	G.W. Ehrenstein: Mit Kunststoffen konstruieren - Eine Einführung; Hanser Verlag München Wien; ISBN 3-446-21295-7 G.W. Ehrenstein: Mit Kunststoffen konstruieren - Eine Einführung; Hanser Verlag München Wien; ISBN 3-446-21295-7

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97280	<b>Lasertechnik Vertiefung</b> Advanced laser technology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung des Lasers in verschiedenen Fertigungsprozessen</li> <li>• Strahlführung und Formung</li> <li>• Simulation von Laserprozessen</li> <li>• Erzeugung ultrakurzer Laserpulse und deren Anwendung</li> <li>• Anwendung des Lasers in der Augenheilkunde und zur Gewebebearbeitung</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin: Die Studierenden beschreiben die Mechanismen bei der Interaktion von Laserstrahlung mit Materie. Darüber hinaus abstrahieren die Studierenden die besonderen Herausforderungen bei der Anwendung von Lasern in der Fertigung. Die Studierenden klassifizieren ferner die Messprinzipien auf der Mikro- u. Nanoskala und vergleichen die Prinzipien der Strahlführung und Strahlformung. Die Studierenden stellen außerdem die Erzeugung ultrakurzer Laserpulse dar und die Studierenden fassen die Grundlagen und Anwendungsgebiete der Simulation in der Lasertechnik zusammen. Die Studierenden schildern die Herausforderungen der Medizin an die Lasertechnik und veranschaulichen die Vorteile des Lasers in der Ophthalmologie und der Gewebebearbeitung.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 Vertiefungsmodul 3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau 2007	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 97265	<b>Numerische und experimentelle Modalanalyse</b> Numerical and experimental modal analysis	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Numerischen und Experimentellen Modalanalyse (2 SWS) Vorlesung: Numerische und Experimentelle Modalanalyse (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Özge Akar Prof. Dr.-Ing. Kai Willner	

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

- Die Studierenden können die Probleme bei der numerischen Dämpfungsmodellierung erläutern.
- Die Studierenden können die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Massenmodellierungen erklären sowie den Einfluss auf die Eigenwerte bei verschiedenen Elementtypen erläutern.
- Die Studierenden verstehen das Shannonsche Abtasttheorem und können damit den Einfluss von Abtastauflösung und Abtastlänge auf das Ergebnis der diskreten Fouriertransformation erläutern.
- Die Studierenden können die Probleme des Aliasing und des Leakage erklären und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduktion dieser Fehler erläutern.
- Die Studierenden verstehen den Einfluß verschiedener Lagerungs- und Anregungsarten der zu untersuchenden Struktur auf das Messergebnis.
- Die Studierenden verstehen den Zusammenhang der verschiedenen Übertragungsfrequenzgänge und können diesen zum Beispiel anhand der Nyquist-Diagramme erklären.

#### Anwenden

- Die Studierenden können das Verfahren der simultanen Vektoriteration zur Bestimmung von Eigenwerten und -vektoren implementieren.
- Die Studierenden können verschiedene Zeitschrittintegrationsverfahren implementieren.
- Die Studierenden können eine Signalanalyse im Frequenzbereich mit Hilfe kommerzieller Programme durchführen.
- Die Studierenden können verschiedene Übertragungsfrequenzgänge ermitteln und daraus die modalen Parameter bestimmen.

#### Analysieren

- Die Studierenden können eine geeignete Dämpfungs- und Massenmodellierung für die numerische Modalanalyse auswählen.
- Die Studierenden können ein problemangepasstes Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems auswählen.
- Die Studierenden können ein problemangepasstes Zeitschrittintegrationsverfahren auswählen.
- Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe einen Versuchsaufbau mit geeigneter Lagerung und Anregung der Struktur konzipieren.
- Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe eine passende Abtastrate und -dauer sowie entsprechende Filter bzw. Fensterfunktionen wählen.
- Die Studierenden können ein geeignetes Dämpfungsmodell zur Bestimmung der modalen Dämpfungen auswählen.

#### Evaluieren (Beurteilen)

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können eine numerische Eigenwertlösung anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Dämpfungs- und Massenmodellierung kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen.</li> <li>• Die Studierenden können eine numerische Lösung im Zeitbereich anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Zeitschrittweite etc. kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen.</li> <li>• Die Studierenden können das Ergebnis einer Fourier-Signalanalyse kritisch beurteilen, eventuelle Fehler bei der Messung erkennen und sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung aufzeigen.</li> <li>• Die Studierenden können die experimentell ermittelten modalen Parameter anhand verschiedener Kriterien wie zum Beispiel MAC-Werte beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden können die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Modalanalyse anhand von Linearitätstests überprüfen und beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden können die Ergebnisse einer numerischen und experimentellen Modalanalyse kritisch vergleichen, qualifizierte Aussagen über die jeweilige Modellgüte machen und gegebenenfalls Vorschläge zur Verbesserung machen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Kenntnisse aus dem Modul "Technische Schwingungslehre (TSL)"</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Vertiefungsmodul 2.2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)

		Numerische und experimentelle Modalanalyse (Prüfungsnummer: 72651) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bode, H.: Matlab-Simulink: Analyse und Simulation dynamischer Systeme. Stuttgart, Teubner, 2006</li> <li>• Bathe, K.; Finite-Elemente-Methoden. Berlin, Springer, 2001</li> <li>• Ewins, D.J.: Modal Testing. Research Studies Press, 2000</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96915	<b>Produktionsprozesse der Zerspanung</b> Production processes in machining	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Vertiefungsmodul 18.1 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 18.2 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 5.3 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktionsmaschinen Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 5.5 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktionsmaschinen Master of Science Maschinenbau 2007 6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222 Klausur, Dauer (in Minuten): 90
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97122	<b>Produktionsprozesse in der Elektronik</b> Production processes in electronics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	<b>Inhalt</b>	Die Vorlesung Produktionsprozesse in der Elektronik behandelt die für die Produktion von elektronischen Baugruppen notwendigen Prozesse, Technologien und Materialien entlang der gesamten Fertigungskette. Dabei wird ausgehend vom Layoutentwurf der Leiterplatte auf die Prozessschritte zur fertigen elektronischen Baugruppe eingegangen. Zudem werden die notwendigen Aspekte der Qualitätssicherung und Materiallogistik und auch das Recycling behandelt. Ergänzend werden die Fertigungsverfahren für MEMS und Solarzellen sowie für flexible und dreidimensionale Schaltungsträger betrachtet. Die Übung findet im Rahmen von mehreren Exkursionen zu verschiedenen Unternehmen der Elektronikproduktion statt.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die wesentlichen Prozessschritte zur Herstellung elektronischer Baugruppen (von der Leiterplatte bis zum fertigen Produkt) intensiv kennen.</li> <li>• können mit diesem Wissen Konzepte für effiziente Fertigungsketten der Elektronikproduktion unter Berücksichtigung technologischer sowie produktionstechnischer Aspekte ableiten.</li> <li>• lernen die in der Elektronikproduktion eingesetzten lasergestützten Fertigungstechnologien detailliert kennen und sind in der Lage, mit den vermittelten Kenntnissen Konzepte für den Aufbau einer lasergestützten Fertigung von Elektronikkomponenten zu entwickeln.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2022 Vertiefungsmodul 5.1 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007

		Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 5.4 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichnamiges Vorlesungsskript</li> <li>• Franke, Jörg (2013): Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID). Werkstoffe, Herstellung, Montage und Anwendungen für spritzgegossene Schaltungsträger. München: Hanser. Online verfügbar unter <a href="http://www.hanser-elibrary.com/action/showBook?doi=10.3139/9783446437784">http://www.hanser-elibrary.com/action/showBook?doi=10.3139/9783446437784</a>.</li> <li>• Härter, Stefan (2020): Qualifizierung des Montageprozesses hochminiaturisierter elektronischer Bauelemente. FAU University Press.</li> <li>• Kästle, Christopher (2019): Qualifizierung der Kupfer-Drahtbondtechnologie für integrierte Leistungsmodule in harschen Umgebungsbedingungen. Doctoralthesis. FAU University Press. Online verfügbar unter <a href="https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/docId/10812">https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/docId/10812</a>.</li> <li>• Kuhn, Thomas (2020): Qualität und Zuverlässigkeit laserdirektstrukturierter mechatronisch integrierter Baugruppen (LDS-MID). FAU University Press.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96930	<b>Rechnergestützte Messtechnik</b> Computer-aided metrology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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

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

behaviour (response functions, frequency response, transfer function)  
Laplace transform, digitisation chain, Z-transform and wavelet transform

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

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

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

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

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

**\*Digital filters:\*** Analogue filter Properties and characterization of digital filters Digital Filter (implementation, topologies, IIR filters and FIR filters) and forms Measurement value decimator, digital averaging filter, Gaussian filter Window functions, Gibbs phenomenon Realisation with MATLAB Advantages and disadvantages of digital filters

		<p>*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</p> <p>*Circuit and PCB design:* Printed circuit boards (PCB) PCB material PCB types Vias PCB design and deconcentration Software PCB production</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben.</li> <li>• Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen</li> </ul> <p>Verstehen Die Studierenden können Konzepte zur Sensorintegration und Datenfusion beschreiben</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Vertiefungsmodul 6.1b Fertigungsmesstechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 6.1 Fertigungsmesstechnik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>9 Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, <a href="http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html">http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html</a></p> <p>DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012</p> <p>Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5</p> <p>Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 ISBN 978-3-642-22608-3</p> <p>Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4</p> <p>H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0.</p> <p>Best, Roland: Digitale Meßwertverarbeitung. Oldenbourg München, 1991 - ISBN 3-486-21573-6.</p> <p>E DIN IEC 60050-351:2013-07 International Electrotechnical Vocabulary Part 351: Control technology / Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 351: Leittechnik.</p> <p>DIN 44300:1982-03 Informationsverarbeitung; Begriffe.</p> <p>DIN 44300-1:1995-03 Informationsverarbeitung - Begriffe - Teil 1: Allgemeine Begriffe.</p> <p>DIN 40900-12:1992-09 Graphische Symbole für Schaltungsunterlagen; Binäre Elemente.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97190	<b>Technische Schwingungslehre</b> Mechanical vibrations	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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

- Die Studierenden kennen das Verfahren der modalen Reduktion.
- Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Zeitschrittintegration bei beliebiger Anregung.
- Die Studierenden kennen die Definition der Stabilität für lineare Systeme.

#### Verstehen

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

#### Anwenden

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

#### Analysieren

- Die Studierenden können problemgerecht zwischen physikalischer Darstellung und Zustandsdarstellung wählen und die entsprechenden Verfahren zur Bestimmung der Eigenlösung und gegebenenfalls der partikulären Lösung einsetzen.

#### Evaluieren (Beurteilen)

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können anhand der Eigenwerte bzw. der Wurzelorte das prinzipielle Lösungsverhalten eines linearen Schwingungssystems beurteilen und Aussagen über die Stabilität eines Systems treffen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Kenntnisse aus dem Modul "Dynamik starrer Körper"</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Wahlpflichtmodul 2.2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (90 Minuten)</p> <p>Technische Schwingungslehre (Prüfungsnummer: 71901)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 90 h</p> <p>Eigenstudium: 60 h</p>

14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Magnus, Popp: Schwingungen, Stuttgart:Teubner 2005

1	<b>Modulbezeichnung</b> 593320	<b>Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren</b> Connected mobility and autonomous driving	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: 3: ConnMob-UE (2 SWS) Vorlesung: Connected Mobility and Autonomous Driving (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev Michael Heine	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Es ist inzwischen allgemein bekannt, dass Fahrzeuge der Zukunft hochgradig vernetzt sein werden. Der aktuelle Trend geht in Richtung des autonomen Fahrens. In den bisherigen Betrachtungen wurde insbesondere die ad-hoc Kommunikation zwischen Fahrzeugen auf unteren Schichten untersucht (Fahrzeugkommunikation). Im Rahmen der vernetzten Mobilität soll das Fahrzeug vor allem als Teil eines größeren Ökosystems mit weiteren Teilnehmern (z.B. Personen, Radfahrern, Ampeln, Gebäuden etc.) gesehen werden. All dies gibt die Möglichkeit den ständig wachsenden Bedarf an Mobilität zu optimieren und neue Sicherheits- und Komfortdienstleistungen zu schaffen. Dies erfordert jedoch die Lösung einiger komplexer Herausforderungen. Neben den gesellschaftlichen und rechtlichen Aspekten müssen insbesondere auch technische Voraussetzungen geschaffen werden. Dazu gehören u.a. geeignete Kommunikationstechnologien (v.a. ad-hoc, Mobilfunk) und Kommunikationsarchitekturen (Cloud-, Edge/Fog-, Node-Computing). Neben Technologien, Methoden und innovativen Mobilitätsdienstleistungen werden im Rahmen dieser Lehrveranstaltung auch grundlegende Aspekte der Verkehrsplanung und Verkehrstechnik eingeführt sowie der intermodale Verkehr besprochen.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Verstehen Verständnis grundlegender Konzepte u.a. von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ad-Hoc Kommunikation</li> <li>• Mobilfunkkommunikation</li> <li>• Verkehrsplanung</li> <li>• Architekturen</li> <li>• Fahrzeug als Teil eines Mobilitäts-Ökosystems</li> <li>• Innovative Dienste</li> </ul> <p>Anwenden Bearbeitung von Übungsaufgaben Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiede zwischen unterschiedlichen Kommunikationstechnologien und Architekturen aufdecken</li> <li>• Relevante Zukunftsszenarien aufbauen</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen) Anwendung von Simulation und Modellierung zur Evaluierung zukünftiger Szenarien und Fallstudien.</p>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Barbara Flügge; Smart Mobility - Connecting Everyone: Trends, Concepts and Best Practices; Vieweg Teubner, 2017  Maurer, M., Gerdes, J.C., Lenz, B., Winner, H. (Hrsg.); Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte; Springer 2015  Johanning, V., Mildner, R.; Car IT kompakt: Das Auto der Zukunft Vernetzt und autonom fahren; Springer, 2015

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97115	<b>Wälzlagertechnik</b> Rolling bearing technology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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

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

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

#### **Anwenden**

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

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

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

#### **Analysieren**

Die Studierenden können Zusammenhänge anhand verschiedener Anwendungsfälle analysieren und somit:

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

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

Basierend auf der Analyse der jeweiligen Gegebenheiten können die Studierenden:

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

#### **Erschaffen**

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

Lern- bzw. Methodenkompetenz

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

Selbstkompetenz

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

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

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Vertiefungsmodul 1.1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 2007 1 Konstruktionstechnik Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92840	<b>Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (2 SWS) Übung: Übung zu Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Albert Scheck	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung ist es, Studierenden die komplette Prozesskette der Signal- und Leistungsvernetzung mechatronischer Produkte von der Entwicklung, über die Fertigung bis zum Einbau in das fertige Produkt zu vermitteln. Als anschauliches Beispiel werden die Fertigung und der Einbau von Bordnetzen in Fahrzeuge gewählt, aber auch die Signal- und Leistungsvernetzung in anderen Branchen betrachtet. Neben dem Grundwissen über Komponenten und ihre Eigenschaften werden ebenfalls die Herausforderungen entlang der Logistikkette sowie Grundlagen zur Zuverlässigkeit und zu Lebensdauermodellen gelehrt. Den Abschluss der Lehrveranstaltung bildet ein Überblick über innovative, zukünftige Technologien und ihre Auswirkungen auf heutige Bordnetzsysteme. Ergänzend zur Vorlesung finden drei Blockübungen statt, die das vermittelte, theoretische Wissen durch praktische Anwendungen vertiefen. Der erste Block fokussiert das Engineering und die digitale Prozesskette und findet im CIP-Pool statt. Darauf aufbauend wird im zweiten Block der entworfene Kabelsatz gefertigt und die Auslegung durch praktische Versuche validiert. Die Übung schließt mit einer Exkursion in ein regionales Unternehmen des kabelverarbeitenden Gewerbes ab.</p> <p>Inhaltliche Kerngebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Signal- und Leistungsvernetzung</li> <li>• Grundlagen der Signal- und Leistungsübertragung</li> <li>• Bordnetzentwicklung</li> <li>• Kabel- und Komponentenfertigung</li> <li>• Kabelkonfektion und Verbindungstechnik</li> <li>• Automatisierte und manuelle Kabelbaummontage</li> <li>• Prüfen, Versand und Einbau von Bordnetzen</li> <li>• Auftragssteuerung, Logistik, Datenfluss</li> <li>• Zuverlässigkeit und Lebensdauermodelle</li> <li>• Digitale Methoden und Industrie 4.0</li> <li>• Innovative Bordnetzarchitekturen und -technologien</li> <li>• Signal- und Leistungsübertragung in anderen Branchen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>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</p>	

		<p>findet dabei Betrachtung. Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlage der Vorlesung ist die Komplexität heutiger Bordnetze sowie die damit einhergehenden Komplikationen und Herausforderungen. Diese Situation wird zusätzlich durch die aktuellen Mobilitätstrends verschärft. Daher liegt ein Augenmerk ebenfalls auf Lösungsansätzen, um dieses Spannungsfeld möglichst konfliktfrei aufzulösen.</li> <li>• Die gelehrt Themen werden durch Beispiele aus der Automobilindustrie veranschaulicht, da dieser Industriezweig innerhalb der Signal- und Leistungsvernetzung weltweit eine Schlüsselposition einnimmt. Davon abgesehen finden exemplarische Ergänzungen aus anderen Industriezweigen, wie der Luftfahrt oder dem Schaltschrankbau statt.</li> <li>• Die dargestellten spezifischen Methoden, Konzepte und Lösungsansätze lassen sich durch die Vorlesung in ein Gesamtsystem einordnen. Hierdurch wird das Erkennen und Ableiten von Prämissen und Relationen gefördert und ermöglicht.</li> <li>• Die eingesetzten Technologien zur Herstellung eines Musterkabelsatzes entsprechen dem aktuellen Stand der Technik. Dadurch werden die Studierenden im Rahmen der Übung am modernem Equipment des Lehrstuhls geschult.</li> </ul> <p>Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wirtschaftlichen, logistischen und technischen Impulse und Herausforderungen nachzuvollziehen sowie die zugrunde liegende Ursachen zu verstehen</li> <li>• grundsätzliche methodische Ansätze bezüglich der bordnetzspezifischen Prozesskette zu differenzieren und einzusetzen.</li> <li>• sowie die charakteristischen Entwicklungs-, Produktions-, Montage- und Qualitätssicherungsmethoden und Werkzeuge zu abstrahieren und bei weiterführenden Anwendungen zu nutzen.</li> <li>• darüber hinaus befähigt, die notwendigen Fertigungsverfahren anzuwenden und einen Musterkabelsatz zu fertigen.</li> </ul> <p>Das im Zuge dieser Lehrveranstaltungen vermittelte Wissen bildet die Grundlage für den Einstieg und das Verständnis des kompletten Industriezweigs der Kabelsatzfertigung. Dies umfasst neben Kabelkonfektionären und Bordnetzherstellern ebenfalls Komponentenlieferanten und Automobilhersteller.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013

		<p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Vertiefungsmodul 5.4 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Klausur, Dauer (in Minuten): 60
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Braess,</li> <li>• Elektronik in der Fahrzeugtechnik, Borgeest</li> <li>• Handbuch Fügen, Handhaben und Montieren, Feldmann</li> <li>• Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID), Franke</li> <li>• Handbuch zu elektrischen Kabeln und Leitungen, Katzier</li> <li>• Elektrische Steckverbinder: Technologien, Anwendungen und Anforderungen, Katzier</li> <li>• Elektrische Kontakte, Werkstoffe und Anwendungen, Vinaricky</li> </ul>

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Bedeutung von Elektronik und Software ist in der Fahrzeugtechnik stark gestiegen, gleichzeitig stellen die komplexen Entwicklungsprozesse in der Automobilindustrie hohe Anforderungen an Berufseinsteiger. Absolventen benötigen daher zunehmend spezialisierte Kenntnisse aus den Themenbereichen Elektronik, Software und Vernetzung von Fahrzeugen. Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde am Department Informatik ein spezieller Studienschwerpunkt "Informatik in der Fahrzeugtechnik" im Studiengang Informatik eingerichtet.</p> <p>Die Vorlesung "Zukunft der Automobiltechnik" zeigt querschnittlich neue Trends in der Konzeption und Entwicklung auf und führt in das Thema "Informatik in der Fahrzeugtechnik" ein.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erwerben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse über Szenarien der Automobiltechnik, insbesondere zu wirtschaftlichen Einflussfaktoren und technologischen Grundlagen der Fahrzeugproduktion</li> <li>• praxisnahe Erfahrungen rund um die Automobiltechnik, z.B. im Bereich Fahrzeugelektronik, und um den Einsatz von Informatikmethoden im Auto und in der Produktion</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Rechnerkommunikation
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Vertiefungsmodul Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013  Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013  15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222  Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222  Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007  Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007  Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007  15 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 20222  Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222  Klausur, 60 Minuten</p>

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

# International Elective Modules

1	<b>Modulbezeichnung</b> 53410	<b>Business strategy</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Cases zu Business Strategy (1 SWS) Vorlesung mit Übung: Business Strategy (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Sebastian Junge	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Harald Hungenberg Prof. Dr. Sebastian Junge
5	<b>Inhalt</b>	<p>This course focuses on selected theories, concepts, and tools of strategic management. It is concerned with formulation and implementation of strategies, focusing on the business level of strategy. At business level, customer value and competitive advantage are the central issues. In this context, the digital transformation triggers digital business models, such as platform strategies or other related disruptive innovations. Therefore, the digital transformation is a central focus of this course.</p> <p>The course uses a combination of lectures, discussions and case studies in order to provide the analytic and conceptual foundations for making strategic decisions at business level.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	By the end of the course, students can appreciate the need for a comprehensive approach to strategy making and they are aware of top management's role in setting the direction of a company. Students develop knowledge of theories, concepts and tools of business strategy and they develop an understanding of the application of concepts and tools to real life cases.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	None
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Hungenberg, H.: Strategisches Management in Unternehmen, 8th Ed., Wiesbaden 2014 Dess, G., McNamara, G., Eisner, A.: Strategic management, 10th Ed., Maidenhead 2020

1	<b>Modulbezeichnung</b> 53460	<b>Change management</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Sebastian Junge
5	<b>Inhalt</b>	This module focuses on one of the most important management tasks: to achieve change in organizations. It deals with systematic approaches to influence individuals, teams and the organization as a whole in a desired way in order to develop a company from its current to a future state. The currently ongoing digital transformation makes this particularly worthwhile. Digitalization drives change and thus represents a great challenge, but also offers tremendous opportunities. The module provides participants with a systematic approach in order to (1) successfully initiate and implement organizational changes and (2) successfully guide an organization through a change process. Participants will be provided with theoretical concepts and practical tools for managing organizational change (e.g. research on cognitive biases, trait theory, motivation theory, affective events theory, emotional intelligence, and organizational ambidexterity).
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	At the end of this module, students are familiar with the tasks and challenges of managing change in organizations. The participants develop an understanding of the importance of successful leadership during organizational change as well as evaluate situations, which are related to organizational change.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	None
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Bazerman, M., Moore, D.: Judgement in Managerial Decision Making, 8th ed., Hoboken 2017. Greenberg, J.: Managing Behavior in Organizations, 6th ed., Boston 2013. Kahneman, D.: Thinking, Fast and

Slow, 1st ed., New York 2013. Robbins, S., Judge, T.: Organizational Behavior, 17th ed., Boston 2017.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44450	<b>Computational Dynamics</b> Computational dynamics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Dynamics (2 SWS) Übung: Computational Dynamics - Tutorial (2 SWS)	- -
3	Lehrende		

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

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• know how to derive the weak and the discretized form of a given time-dependent differential equation</li> <li>• know how to derive the equations of motion</li> <li>• know how to formulate thermal problems</li> <li>• know how to formulate continuum mechanical problems</li> <li>• are familiar with direct time integration methods</li> <li>• are familiar with eigenvalue problems and stability analysis of various time integration methods</li> <li>• know how to solve time-dependent differential equations</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	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 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten) <b>Computational Dynamics (Prüfungsnummer: 44501)</b> <b>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet</b> <b>Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</b>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	T. J. Hughes. The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Dover Publications, 2000.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92860	<b>Computational multibody dynamics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projected Newton-Euler equations (Kane's equations)</li> <li>• Numerical methods for ordinary differential equations</li> <li>• Relative kinematics and recursive kinematic algorithm</li> <li>• Parametrization of rotations</li> <li>• One-dimensional force laws</li> <li>• Inverse kinematics and inverse dynamics</li> <li>• Ideal constraints</li> <li>• Numerical methods for differential algebraic equations</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• implement a modular simulation software for multibody systems in Python during the exercise classes.</li> </ul> <p>The students should:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn how to derive the equations of motions of a multibody system using the projected Newton-Euler equations,</li> <li>• familiarize themselves with basic numerical methods for solving ODEs,</li> <li>• be able to use ODE-solver for the numerical solution of the equations of motion,</li> <li>• know how to describe a multibody system by choosing relative joint coordinates,</li> <li>• implement new joints in the software developed during the course,</li> <li>• understand how kinematic and dynamic quantities of a multibody system can be computed recursively,</li> <li>• know different possible parametrizations of rotations,</li> <li>• can use different parametrizations of rotations to describe and implement the free rigid body and spherical joints,</li> <li>• understand the concept of one-dimensional force law to model force interactions and motors,</li> <li>• know and implement different approaches to inverse kinematics and inverse dynamics based on optimization,</li> <li>• know Lagranges equations of the first kind</li> <li>• be able to describe a multibody system with redundant coordinates by modeling joints as ideal constraints</li> <li>• implement new constraints in the software developed during the course,</li> <li>• familiarize themselves with numerical schemes for the simulation of constrained multibody systems,</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the object-oriented code structure for the implementation of a simulation software for multibody systems,</li> <li>• be able to perform simulations of multibody systems with the software developed during the course</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>knowledge of the module "dynamics of rigid bodies" ("Dynamik starrer Körper")</p> <p>basic knowledge of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dynamical equations of motion</li> <li>• linear vector algebra</li> <li>• programming in Python, Matlab or similar</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013</p> <p>International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (30 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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

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

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Requirements: mathematics for engineering, basic knowledge of python
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 57074	<b>Designing technology</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Designing Technology (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Joni Riihimäki Natalie Breutner Julius Kirschbaum Prof. Dr. Kathrin Möslein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The course covers the process of designing innovative artefacts to extend human as well as organizational capabilities and to solve problems within organizations and industries.</p> <p>For a sound understanding of both social and technological aspects of various innovative technologies, students will primarily follow the design science research method, build artefacts and evaluate them, around a given theme. Understanding the design science paradigm and its application will enable students to develop knowledge on the management and use of information technology for managerial purposes and effectively communicate this knowledge.</p> <p>Depending on the theme, students will also be introduced to innovative and digital technologies like artificial intelligence, augmented and virtual reality, blockchain and others that can link and enable different types of use-cases across the boundaries of socio-technical systems. Students will adopt this knowledge in practical work on design problems, which will be related to the usage of robotic process automation.</p> <p>They will also be introduced to social and technological theories and literature such as design theory, systems theory, communication theory and basics of open innovation and user innovation. Students will use this knowledge on current technologies and theory to work on a (design science) project that solves human or organizational problems.</p> <p>The course requires analytical thinking, where students can identify and clearly articulate problems that they would like to solve and the process of solution-finding. While existing technical knowledge from students is welcome, it is not a prerequisite for the course. Students can also contribute by conducting theoretical/empirical research, along with developing IT artefacts. To conclude, the course offers a balance between creativity and scientific thinking, which can be of immense help to students seeking to learn either skill or both.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can develop knowledge on the management and use of information technology for managerial purposes</li> <li>• can differentiate between and assess the most important developments on the Web.</li> <li>• develop a research design for a design science project.</li> <li>• discuss theories, as well as the design and the progress of their project.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Basic knowledge of web technologies (i.e. basic html or understanding of web technology in general) or knowledge of empirical methods to evaluate designed artifacts
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Projekt-/Praktikumsbericht Hausarbeit
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Projekt-/Praktikumsbericht (50%) Hausarbeit (50%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (2004). Modularity in the Design of Complex Engineering Systems. In Complex Engineered Systems Understanding Complex Systems, 175205. Kroes, P. (2010). Engineering and the dual nature of technical artefacts. Cambridge Journal of Economics, 34 (1), 5162. Hevner, A. R., March, S. T., Park, J. & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly: Management Information Systems, 28 (1), 75-106. Fichman, R., Dos Santos, B., & Zheng, Z. (2014). Digital Innovation as a Fundamental and Powerful Concept in the Information Systems Curriculum. MIS Quarterly: Management Information Systems, 38, 329353. Hevner, A.R., 2007. A Three Cycle View of Design Science Research. Scand. J. Inf. Syst. © Scand. J. Inf. Syst. 19, 8792. Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M.A., Chatterjee, S., 2007. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. J. Manag. Inf. Syst. 24, 4578.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94930	<b>Engineering of Solid State Lasers</b> Engineering of solid state lasers	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The targeted audience is master level students who are interested in expanding their theoretical and practical knowledge in the field of solid state laser engineering.</p> <p>Introduction to physical phenomena used in development of modern solid state lasers</p> <p>Practical approaches used in design of solid state lasers</p> <p>Introduction to modeling and simulation of the lasing process</p> <p>Modeling of basic solid state laser performance using a commercial software package</p> <p>Practical familiarization with various optical, opto-mechanical, and opto-electrical components used in solid state laser</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students gain the following competences:</p> <p>Setting up basic modeling of a solid state laser using ASLD software</p> <p>Be able to apply modeling for evaluation of performance of a basic laser system</p> <p>Apply basic optimization of the laser system model</p> <p>Identification of an appropriate laser system for a given application</p> <p>Performing basic characterization of laser beam output parameters</p> <p>Enhanced understanding of the laser physics</p> <p>Familiarization with modern design approaches used in solid state laser engineering</p> <p>Improved understanding of linear and nonlinear effects relevant for linear and nonlinear laser beam propagation;</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>International Elective Modules Master of Science Maschinenbau</p> <p>International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International</p> <p>Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Portfolio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In order to pass the course, all participants are supposed to write a short paper (approx. 6-8 pages) on an assigned subject (60% weight with respect to the overall grade) and give a presentation (approx. 12 minutes) based on this paper (40% weight with respect to the overall grade).</li> <li>As the circumstances require the oral presentation may be held in a digital manner (e.g. using ZOOM videochat).</li> </ul>	

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

1	<b>Modulbezeichnung</b> 53651	<b>Global operations strategy</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Global Operations Strategy (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Viktoria Horn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	<b>Inhalt</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p><i>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.</i></p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Participation in the first seminar session is mandatory, as the topics for the teamwork are chosen during this session by the participants.</p> <p>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.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	None
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p>

		16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Präsentation
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Präsentation (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	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	<b>Modulbezeichnung</b> 55291	<b>Global retail logistics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: vhb-GRL (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Christoph Küffner Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This e-learning course offers specific insights on the logistic processes in the global retail industry. Upon completion of the course, the students should understand the peculiarities of logistics for fast moving consumer goods. Every module consists of an interactive lecture and script. Additional material and exercises enhance the presented topics further. As the entire lecture, the readings, the additional material and the exam is in English, proficiency in German is not necessary. The course is supposed to provide the students with the following content concerning the global retail industry:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module 1: Overview</li> <li>• Module 2: Characteristics &amp; basics</li> <li>• Module 3: Trends &amp; challenges</li> <li>• Module 4: Point of sale &amp; E-Commerce</li> <li>• Module 5: Interfaces</li> <li>• Module 6: Load units &amp; transport logistics</li> <li>• Module 7: Cross docking</li> <li>• Module 8: Warehousing &amp; distribution</li> <li>• Module 9: Food supply chain</li> <li>• Module 10: Sustainability in retail logistics</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The following learning objectives are anticipated:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• You will be able to define the topic of retail logistics and describe its specific requirements.</li> <li>• You will be able to report the retail industry specific peculiarities relating to the usage of logistics processes.</li> <li>• You will be able to use the relevant methods of planning, controlling and monitoring of logistics processes in the retail industry.</li> <li>• You will be able to analyse various retail-specific characteristics in the use of logistics processes and assess their application in a practical context.</li> <li>• You will be able to apply the most important principles of global retail logistics, to manage logistic processes while solving the questions of supply, distribution, transport and storage of goods.</li> <li>• You will be able to work creatively, generate new ideas, and solve problems regarding retail logistics in an international context, international interaction and cooperation, while accepting social and ethical responsibility.</li> <li>• You will be able to manage, organise and discipline yourself, and plan your time independently.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>You will be able to demonstrate the ability to engage in critical thinking by analysing complex situations thus concluding and selecting viable solutions to solve problems.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>“Registration via vhb (<a href="http://www.vhb.org">www.vhb.org</a>) is necessary in order to gain access to the StudOn e-learning platform.  English language proficiency (C1)  Prior completion of the course “Produktions- und Supply Chain Management” is recommended.”</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 1 h Eigenstudium: 149 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Will be announced during the course

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97123	<b>Integrated Production Systems</b> Integrated production systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Integrated Production Systems (vhb) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Bernd Hofmann Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

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

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	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 Vertiefungsmodul 5.1 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 5.4 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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

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

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	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 Vertiefungsmodul 18.1 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 5.1 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007 Vertiefungsmodul 5.4 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 2007 5 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Maschinenbau 20222 6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 54350	<b>Internet of things and industrial services seminar</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Internet of Things and Industrial Service Systems Seminar (2 SWS)	-
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Martin Matzner	
5	<b>Inhalt</b>	Cyber-physical Systems (CPS) are physical products that are equipped with embedded hardware and software, that may interact with their environment through sensors and actuators, and that may be networked with remote computers. Examples are modern networked cars and production machines in the smart factory. CPS pave the way for new digital business models based on CPS-enabled service offerings. This seminar addresses the phenomenon of digital industrial services based on cyber-physical systems and the Internet-of-Things.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• will learn about different uses of CPS in digital industrial service systems.</li> <li>• can adopt one of different research methods (literature-study, empirical or design research) in order to address a specific research question or research problem.</li> <li>• will gain theoretical knowledge about digital industrial service systems based on cyber-physical systems and the Internet-of-Things as well as relevant technologies in this domain</li> <li>• will train their research, writing, and presentation skills.</li> <li>• will learn how to set up and conduct an IoT service project.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	None	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminararbeit Präsentation	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminararbeit (70%) Präsentation (30%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	All relevant material will be provided during the seminar.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44100	<b>Introduction to the Finite Element Method</b> Introduction to the finite element method	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Sebastian Pfaller
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Finite Elemente Methode</li> <li>• Anwendung der Finiten Elemente Methode bei der Modellierung von Stabwerken</li> <li>• Anwendung der Finiten Elemente Methode bei der Modellierung von Balkenstrukturen</li> <li>• Finite Elemente Methode bei Wärmeleitung</li> <li>• Finite Elemente Methode in der Elastizität</li> <li>• Finite Elemente Methode in der Elektrostatik</li> </ul> <p>*Contents*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic concept of the finite element method</li> <li>• Application of the finite element method for the analysis of trusses</li> <li>• Application of the finite element method for the analysis of frames and structures</li> <li>• Finite elements in heat transfer</li> <li>• Finite elements in elasticity</li> <li>• Finite elements in electrostatics</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sind vertraut mit der grundlegenden Idee der linearen Finiten Element Methode</li> <li>- können lineare Probleme der Kontinuumsmechanik modellieren</li> <li>- können lineare Wärmeleitungsprobleme modellieren</li> <li>- kennen das isoparametrische Konzept</li> <li>- kennen Verfahren zur numerischen Integration</li> <li>- können ein gegebenes Problem mit Finiten Elementen diskretisieren</li> <li>- können für eine gegebene Differentialgleichung die schwache und diskretisierte Form aufstellen</li> </ul> <p>*Objectives*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with the basic concept of the finite element method</li> <li>• are able to model linear problems in elasticity</li> <li>• are able to model linear problems in heat transfer</li> <li>• are familiar with the isoparametric concept</li> <li>• know different methods for numerical integration</li> <li>• know how to discretize and solve problems in continuum mechanics</li> <li>• can derive weak and discrete representations of boundary value problems</li> </ul>

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p><b>Voraussetzungen / Organisatorisches</b> Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>.</p> <p>The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.</p>				
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2				
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222				
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (90 Minuten) <b>Introduction to the Finite Element Method (Prüfungsnummer: 41001)</b> (englischer Titel: Introduction to the Finite Element Method)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablegung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024</p> <table border="1" data-bbox="614 1240 1469 1290"> <tr> <td>1. Prüfer:</td> <td>Sebastian Pfaller</td> </tr> </table> <p><b>Introduction to the Finite Element Method (TAF Solid Mechanics and Dynamics) (Prüfungsnummer: 838659)</b> (englischer Titel: Introduction to the Finite Element Method (TAF Solid Mechanics and Dynamics))</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablegung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024</p> <table border="1" data-bbox="614 1563 1469 1612"> <tr> <td>1. Prüfer:</td> <td>Sebastian Pfaller</td> </tr> </table>	1. Prüfer:	Sebastian Pfaller	1. Prüfer:	Sebastian Pfaller
1. Prüfer:	Sebastian Pfaller					
1. Prüfer:	Sebastian Pfaller					
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)				
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester				
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h				
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester				
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch				
16	<b>Literaturhinweise</b>					

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Kristian Cvecek	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physical phenomena applicable in Laser Technology: EM waves, Beam Propagation, Beam Interaction with matter</li> <li>Fundamentals of Laser Technology: Principals of laser radiation, types and theoretical understanding of various types of lasers</li> <li>Laser Safety and common applications: Metrology, Laser cutting, Laser welding, Surface treatment, Additive Manufacturing</li> <li>Introduction to ultra-fast laser technologies</li> <li>Numerical exercises related to above mentioned topics</li> <li>Demonstration of laser applications at Institute of Photonic Technologies (LPT) and Bavarian Laser Centre (blz GmbH)</li> <li>Possible Industrial visit (e.g. Trumpf GmbH, Stuttgart)</li> <li>Optional: invited lecture about a novel laser application</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The student would know the fundamental principles involved in the development of lasers.</p> <p>will understand the design and functionality of various types of lasers, and be able to comprehend laser specifications.</p> <p>will be able to design and analyse a free space laser beam propagation setup.</p> <p>will gain knowledge about basic optical components used in laser setups such lenses, mirrors, polarizers, etc.</p> <p>would be able to understand the basic interaction phenomena during laser-matter interaction processes.</p> <p>would be able to determine the advantages and disadvantages of using laser process for industrial applications.</p> <p>will know and be able to apply the safety principles while handling laser setups.</p> <p>will be familiar with several most common industrial application of laser for material processing such as cutting, welding, material ablation, additive manufacturing.</p> <p>will be familiar with metrological applications of lasers.</p> <p>will become familiar with and be able to use international (English) professional terminology.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013	

		International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222 Wahlpflichtmodul 3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 3 Lasertechnik Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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

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

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• understand and master geometrically linear, thermoelastic material laws</li> <li>• understand and master the transition to geometrically linear FEM</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Kenntnisse aus dem Modul "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre"</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222</p> <p>Wahlpflichtmodul 2.1 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 2007</p> <p>Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222</p> <p>Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (90 Minuten)</p> <p>Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 71301)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Prüfungssprache: Deutsch und Englisch</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malvern: Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall 1969</li> <li>• Gurtin: An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press 1981</li> <li>• Bonet, Wood: Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press 1997</li> <li>• Holzapfel: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley 2000</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95068	<b>Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (VHB) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	<b>Inhalt</b>	<p>This is an advanced course with a focus on deep learning (DL) techniques that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extended introduction into fundamental concepts of deep neural networks (DNN)</li> <li>• In-depth review of various optimization techniques for learning neural network parameters</li> <li>• Specification of several regularization techniques for neural networks</li> <li>• Theoretical understanding of application-specific neural network architectures (such as convolutional neural networks (CNN) for images and recurrent neural networks (RNN) for time series)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>After successfully participating in this course, students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• discuss advantages and disadvantages of different optimization techniques</li> <li>• design a suitable and promising neural network architecture and train it on existing data using Python and Keras</li> <li>• choose a suitable regularization technique in case of problems</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>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 Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten) Electronic exam (online), 60min

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012</li> <li>2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009</li> <li>3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95067	<b>Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (VHB) (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Prof. Dr. Nico Hanenkamp	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This is an introductory course presenting fundamental algorithms of machine learning (ML) that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Python programming in the field of data science</li> <li>• Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction)</li> <li>• Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN))</li> <li>• Practical application of these machine learning methods on engineering problems</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>After successfully participating in this course, students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• independently recognize the task domain at hand for new applications</li> <li>• select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties</li> <li>• apply the chosen methodology to the given problem using Python</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>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 Vertiefungsmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodul 20 Elektromobilität-ACES Master of Science Maschinenbau 2007 Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007 6 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Maschinenbau 20222 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Electronic exam (online), 90min
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012 2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009 3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44260	<b>Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements</b> Nonlinear finite elements	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Nichtlineare Finite Elemente (2 SWS) Vorlesung: Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dominic Soldner apl.Prof.Dr. Julia Mergheim	

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

		<p>einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>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  Wahlpflichtmodule Master of Science Maschinenbau 2007  2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222  Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (60 Minuten)</p> <p>Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements  (Prüfungsnummer: 42601)  Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h  Eigenstudium: 90 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	<p>Deutsch oder Englisch  Englisch</p>
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wriggers: Nichtlineare Finite Element Methoden, Springer 2001</li> <li>• Crisfield: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Wiley, 2003</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97260	<b>Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics</b> Nonlinear continuum mechanics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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

		<p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>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  Vertiefungsmodul 2.1 Höhere Mechanik Master of Science  Maschinenbau 2007  2 Höhere Mechanik Master of Science Maschinenbau 20222  Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (90 Minuten)</p> <p>Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics  (Prüfungsnummer: 72601)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h  Eigenstudium: 90 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	<p>Deutsch  Englisch</p>
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betten: Kontinuumsmechanik, Berlin:Springer 1993</li> <li>• Altenbach, Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Stuttgart:Teubner 1994</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 56422	<b>Organizing for digital transformation</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The course focusses on dynamics in organizational transformation driven through information technology (IT) and consists of two parts. The first part introduces the topic from an industrial perspective and explores the re-organization of value streams in the course of the digital transformation. Teaching in this part includes contributions from a German automotive company. Students will work in a project-oriented mode for half the lecture and then present their results.</p> <p>The second part takes the perspective of academic research on the organization of the digital transformation. It introduces different theoretical frameworks to gain a deeper understanding of the phenomenon and explores its implications for global business structures. Students write a short essay to show what they have learned.</p> <p>Together, the lecture allows the students to gain theoretical knowledge on the digital transformation and acquire practical problem-solving skills as well to work effectively on innovative projects in the field.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with different theories of works systems and service systems and their practical application</li> <li>• know more about the contribution of information technology in managing complex innovation activities</li> <li>• have an improved understanding of the global IT Industry and various strategies that are used</li> <li>• can identify and unravel the business problem in a case study and actively take part in class discussions</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• general knowledge of digital technology and their economic applications</li> <li>• basic understanding of simple software applications</li> <li>• first experience with team projects</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Präsentation Seminararbeit	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Präsentation (30%) Seminararbeit (70%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	None

1	<b>Modulbezeichnung</b> 57110	<b>Platform strategies</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Platform Strategies (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Angela Roth Julian Kurtz Prof. Dr. Kathrin Möslein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The course builds on the platform and network aspects in core strategy and aims to highlight the specific strategies for firms operating in multi-sided-markets. The course will cover most relevant concepts around platforms such as network effects, and how network effects impact/ create new business models. Core issues around platform-mediated network firms, such as standards, pricing, envelopment, and competition dynamics will be discussed.</p> <p>The course will be taught through a set of cases that ensures that participants appreciate the multi-dimensional nature of managing in network businesses.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can identify and unravel the business problem in a case study and actively take part in class discussions</li> <li>• can describe platform intermediation in two sided markets, platform dominance and Winner-takes-all dynamics</li> <li>• can develop strategies for creating platform mediated networks and understand pricing in these businesses</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	None	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich Projekt-/Praktikumsbericht	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (50%) Projekt-/Praktikumsbericht (50%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Klemperer, P. 2005. Network effects and switching costs. In Durlauf, S.N. &amp; Blume, L.E. (Eds.), The new palgrave dictionary of Economics, Palgrave Macmillan.</p> <p>Eisenmann T., Parker, G., &amp; Van Alstyne, M. 2006. Strategies for two-sided markets. Harvard Business Review Oct. 2006.</p>	

Hidding, G.J., Williams, J. & Sviokla, J.J. 2011. How platform leaders win, *Journal of Business Strategy*, 32, 2, 29-37. Suarez, F.F. & Kirtley, J. 2012. Dethroning an established platform, *MIT Sloan Management Review*, Summer 2012. The following books are suggested for the advanced reader on the basics on network economics. Shy O. 2001. *The Economics of Network Industries*, Cambridge University Press: Cambridge, England. Gawer A, Cusumano M. 2002. *Platform Leadership: How Intel, Microsoft, and Cisco Drive Industry Innovation*. Harvard Business School Press: Boston, MA. Evans D, Hagiu, A, Schmalensee, R. 2006. *Invisible Engines: How Software Platforms Drive Innovation and Transform Industries*, MIT Press, Boston, MA. \* The cases for each lecture are to be decided.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 52130	<b>Sustainability management and corporate functions</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Advanced Sustainability Management and Corporate Functions (2 SWS) Vorlesung: Advanced Sustainability Management and Corporate Functions (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Markus Beckmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Markus Beckmann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This lecture provides an advanced perspective on Corporate Sustainability Management. The lecture starts with a short recap of sustainability management basics (What is sustainability? Why is sustainability increasingly important for business? What are key concepts of sustainability management?)</p> <p>Following this brief recap of the concepts of sustainability and sustainability management, we take a closer look at selected corporate functions such as strategy, marketing, or supply chain management. For each function, we look at the key drivers for corporate sustainability, relevant management tools, best-practice cases, and will discuss risks and opportunities involved in corporate management.</p> <p>Throughout the lecture, we will follow the concept of integrated sustainability management, thus integrating the three pillars of sustainability: economy, natural environment, and society, into the core of a business.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students will acquire:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• advanced knowledge in sustainability management, especially in the selected functional areas</li> <li>• discursive and reflective competencies in regards to societally relevant questions</li> <li>• practical insights for implementing sustainability in real-life applications</li> <li>• insights on potential challenges during the implementation of sustainability management</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	None	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3;1;5	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	International Elective Modules Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	elektronische Prüfung (60 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	elektronische Prüfung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Readings will be provided via StudOn.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 53450	<b>Technology and innovation management</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	<b>Inhalt</b>	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	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	In diesem Modul lernen die Studierenden ein umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen sowie den aktuellen Erkenntnisstand im Bereich des Technologie- und Innovationsmanagements kennen. Nach Abschluss des Moduls können sie die bedeutende Rolle von Technologien und Innovationen als Wettbewerbsvorteil für Industrie- und Dienstleistungsunternehmen einschätzen und bewerten. Dieses Wissen wird durch zahlreiche praktische Beispiele vertieft. Des Weiteren sind die Studierenden dann in der Lage, das Wissen über die Methoden und Konzepte des Technologie- und Innovationsmanagements erfolgreich auf neuartige, konkrete praktische Probleme zu transferieren und diese dort zur Problemstrukturierung und -lösung einzusetzen. Sie können somit Sachverhalte in diesem Bereich einschätzen und hinterfragen. Die erworbenen analytischen und konzeptionellen Fertigkeiten befähigen die Studierende komplexe betriebswirtschaftliche Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten und die richtigen Methoden und Strukturierungsansätze zur Bewältigung von Aufgaben im Technologie- und Innovationsmanagement zu finden und erfolgreich anzuwenden.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	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 Technische Wahlmodule Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 20222

		16 Betriebswirtschaftslehre Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Deutsch oder Englisch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	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.

# Psychologie als Nebenfach

1	<b>Modulbezeichnung</b> 78386	<b>Einführungsmodul</b> Introductory module	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vorlesung Einführung in die Psychologie (2 SWS, WiSe 2023)	2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Tim Rohe	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Psychologie als Nebenfach Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 Psychologie als Nebenfach Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 78388	<b>Grundlagenmodul</b> Introductory module	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vorlesung Sozialpsychologie, Teil 1 (2 SWS, WiSe 2023)	3 ECTS
		Vorlesung: Vorlesung Differentielle und Persönlichkeitspsychologie Teil 1 (2 SWS, WiSe 2023)	3 ECTS
		Proseminar: Proseminar Biologische Psychologie (2 SWS)	-
		Vorlesung: Vorlesung Entwicklungspsychologie, Teil 2 (2 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung: Vorlesung Allgemeine Psychologie I: Wahrnehmung (2 SWS, WiSe 2023)	3 ECTS
		Vorlesung: Vorlesung Allgemeine Psychologie II, Teil 1 (2 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung: Vorlesung Sozialpsychologie, Teil 2 (2 SWS)	3 ECTS
		Vorlesung: Vorlesung Biologische Psychologie (2 SWS, WiSe 2023)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Susanne Bruckmüller	
		Prof. Dr. Frieder Lang	
		Prof. Dr. Nicolas Rohleder	
		Prof. Dr. Dr. Gottfried Spangler	
		Prof. Dr. Tim Rohe	
		Prof. Dr. Oliver Schultheiss	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Psychologie als Nebenfach Master of Science Maschinenbau International Production Engineering and Management 2013 Psychologie als Nebenfach Master of Science Maschinenbau 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich

		schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich oder mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Jonas, K, Stroebe, W., & Hewstone, M. (2014). Sozialpsychologie. Heidelberg: Springer.  Weitere relevante Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben. Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2. Aufl., 2018). Motivation und Emotion. Berlin: Springer. (Teil II: Emotion)  Mazur, James E. (2006) Lernen und Verhalten (6., aktualisierte Auflage). München: Pearson Studium. (Hieraus: alle Kapitel außer 11, 13, 14) Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2. Aufl., 2018). Motivation und Emotion. Berlin: Springer. (Teil II: Emotion)  Mazur, James E. (2006) Lernen und Verhalten (6., aktualisierte Auflage). München: Pearson Studium. (Hieraus: alle Kapitel außer 11, 13, 14) Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2013). Motivation und Emotion. Berlin: Springer.(Teil I: Motivation)  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. Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2013). Motivation und Emotion. Berlin: Springer.(Teil I: Motivation)  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.