

Modulhandbuch

SS 2025

Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)

Master

Studien- und Prüfungsordnung: SS 17

Stand: 03.02.2025

Inhalt

1	Übersicht	4
2	Einführung	5
2.1	Zielsetzung	6
2.2	Zulassungsvoraussetzungen	7
2.3	Zielgruppe	8
2.4	Studienaufbau	9
2.5	Vorrückungsvoraussetzungen	10
2.6	Konzeption und Fachbeirat	11
3	Qualifikationsprofil	12
3.1	Leitbild	13
3.2	Studienziele	14
3.2.1	Fachspezifische Kompetenzen des Studiengangs	14
3.2.2	Fachübergreifende Kompetenzen des Studiengangs	14
3.2.3	Prüfungskonzept des Studiengangs	15
3.2.4	Anwendungsbezug des Studiengangs	15
3.2.5	Beitrag einzelner Module zu den Studiengangzielen	15
3.3	Mögliche Berufsfelder	17
4	Duales Studium	18
5	Modulbeschreibungen	19
5.1	Allgemeine Pflichtfächer	20
Verbundwerkstoffe		21
CAE		24
Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik		27
Leichtbau		29
Korrosion- und Oberflächentechnik		31
Mehrkörpersysteme		33
Mechatronik		35
Wissenschaftliches Arbeiten		38
Masterarbeit		40
5.2	Profilbildende Wahlpflichtmodule	42

Adaptive Systeme	43
Akustik.....	45
Getriebe.....	47
Versuchstechnik	49
5.3 Individuelle Wahlpflichtmodule	51
Artificial Intelligence and Automotive Systems	52
Automatisiertes Fahren	54
Engineering Processes in Automotive Industry	56
Fahrzeugdynamik	58
Innovative Antriebssysteme	60
Integrated Safety and Assistance Systems	62
Numerical Methods and Computation Simulation	64
Plant and equipment design in hydrogen technology.....	66
Simulation / Numerische Methoden	69
Systems Engineering.....	71

1 Übersicht

Name des Studiengangs	Technische Entwicklung im Maschinenbau
Studienart & Abschlussgrad	Konsekutiver Master of Eng. in Vollzeit
Erstmaliges Startdatum	15.03.2017, Start im Sommer –und Wintersemester
Regelstudienzeit	3 Semester (90 ECTS)
Studiendauer	3 Semester
Studienort	THI Ingolstadt
Unterrichtssprache/n	Deutsch
Kooperation	Keine
Zulassungsvoraussetzung	Bachelorabschluss aus dem Maschinenbau oder verwandter Studiengänge
Kapazität	20 Studierende p.a.

Studiengangleiter:

Name: Prof. Dr.-Ing. Jörg Bienert

E-Mail: Joerg.Bienert@thi.de

Tel.: +49 (0) 841 / 9348-7720

2 Einführung

2.1 Zielsetzung

Ziel ist es, einen wissenschaftlich fundierten Aufbau für Bachelorabsolventen des Maschinenbaus und benachbarter Studiengänge zu schaffen. Es sollen Fachkenntnisse auf wissenschaftlicher Basis vertieft werden. Dabei orientiert sich der Master TE einerseits an den Anforderungen der industriellen Praxis bezüglich der hochwertigen Themen in der Entwicklung aber auch an theoretisch-universitären Anforderungen, die ein Promotionsstudierender benötigt. Die Absolventen eignen sich somit einerseits als Spezialisten auf dem Arbeitsmarkt als auch als Beginner einer wissenschaftlichen Laufbahn.

Die Fächer des Masters TE entsprechen dabei modernen und innovativen Themengebieten, die an das Grundwissen des Bachelorstudiums direkt anknüpfen, so wie es zum Beispiel der Leichtbau als Ausbau der Technischen Mechanik oder die Adaptiven Systeme als Ausbau der Regelungstechnik liefern.

Methodisch wird mehr Selbständigkeit der Studierenden gefordert. Kenntnisse aus dem Bachelor müssen selbständig auf das passende Niveau gebracht werden, so dass der Übergang zum Masterniveau möglich ist (z.B. von Technischer Mechanik zu Leichtbau). Eigenständige Bewertungen ingenieurmäßiger Zusammenhänge werden erwartet.

2.2 Zulassungsvoraussetzungen

Qualifikationsvoraussetzung für den Zugang zum Masterstudium ist der Nachweis eines erfolgreichen Abschlusses eines Studiums an einer deutschen Hochschule mit mindestens 210 ECTS-Leistungspunkten oder äquivalentem Studiumumfang im Bereich Fahrzeugtechnik, Maschinenbau oder artverwandten Bereichen oder ein gleichwertiger erfolgreicher in-oder ausländischer Abschluss.

Es gelten die allgemeinen gesetzlichen Zulassungsvoraussetzungen. Die verbindlichen Regelungen für diesen Studienplan sind zu finden in:

- Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Technische Entwicklung im Maschinenbau in der Fassung vom 18.07.2016 (SPO M.Eng. Technische Entwicklung im Maschinenbau)
- Allgemeine Prüfungsordnung (APO) der Technischen Hochschule Ingolstadt
- Immatrikulationssatzung der Technischen Hochschule Ingolstadt.

2.3 Zielgruppe

Zielgruppe sind Studieninteressierte, die eine wesentliche Vertiefung bezüglich Methodik und Anwendung wissenschaftlicher Grundlagen bei Entwicklungsprozessen anstreben. Besonderer Wert wird auch auf die Verbreiterung der theoretisch-wissenschaftlichen Grundlagen gelegt, die den Studierenden eine Promotion bzw. die Arbeit im wissenschaftlichen Bereich ermöglichen kann.

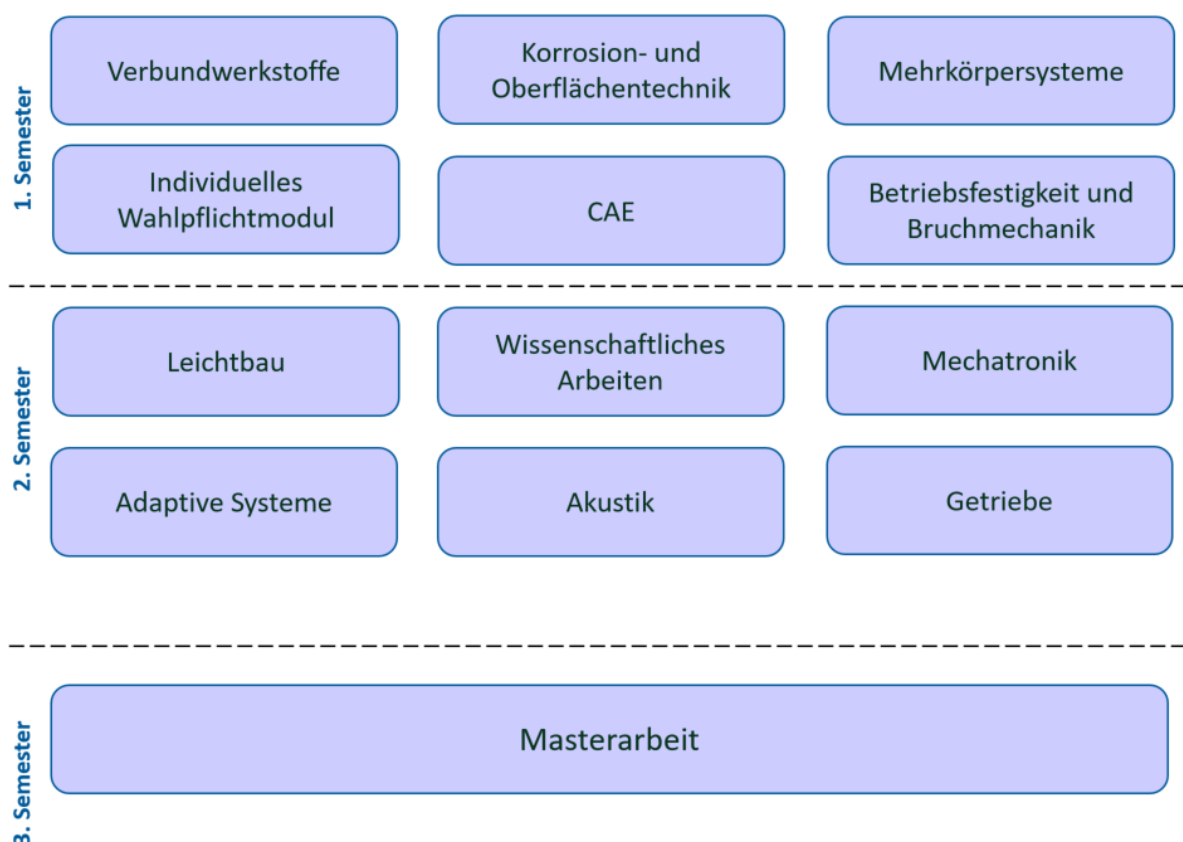
2.4 Studienaufbau

Die Regelstudienzeit für die Master-Studiengänge beträgt drei theoretische Studiensemester, wobei das dritte Semester überwiegend der Anfertigung der Masterarbeit dienen soll. Das Studium wird als Vollzeitstudium angeboten.

Im ersten Semester werden folgende fünf Pflichtmodule an der Hochschule Ingolstadt angeboten: Verbundwerkstoffe, CAE, Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik, Mehrkörpersysteme, Korrosion- und Oberflächentechnik. Zusätzlich ist ein individuelles Wahlpflichtmodul zu absolvieren. Dieses Wahlmodul bietet in seiner Ausrichtung ein relativ breites Angebot aus den Ingenieurdisziplinen.

Im zweiten Semester werden die Wahlpflichtmodule Getriebe, Akustik, Adaptive Systeme und in wechselndem Angebot Versuchstechnik gelehrt. Mechatronik und Leichtbau sind hier Pflichtfach. Zudem beinhaltet dieses Semester das Modul Wissenschaftliches Arbeiten. Das Fach soll selbständiges wissenschaftliches Arbeiten trainieren. Hier wird ein Thema in enger Absprache mit dem betreuenden Professor bearbeitet. Statt in der Breite soll ein Thema in der Tiefe beleuchtet werden. Dabei steht die Literaturrecherche als zentrales Element am Anfang. Dies wird um eine theoretische Abhandlung, numerische Simulation oder eine experimentelle Arbeit ergänzt. Neben der schriftlichen Ausarbeitung ist hier auch ein Vortrag vorgesehen.

Der letzte Studienabschnitt beinhaltet mit der Masterarbeit die Gelegenheit, in einem ganzen Semester ein relevantes Thema wissenschaftlich zu bearbeiten.



2.5 Vorrückungsvoraussetzungen

2.6 Konzeption und Fachbeirat

Der Studiengang wurde u.a. auf Basis von Gesprächen mit Unternehmensvertretern entwickelt, deren Anforderungen in besonderer Weise berücksichtigt wurden. Die Positionierung des Studiengangs in Richtung wissenschaftliche Ausbildung, Praxisbezug und Interdisziplinarität mit dem resultierenden Fächermix sind nicht zuletzt aufgrund der Relevanz dieser Themen für die Wirtschaft entstanden.

Die Ausbildung soll unsere Masterabsolventinnen und -absolventen in die Lage versetzen, treibende Kräfte in Unternehmen bei der Bewältigung zukünftiger Herausforderungen zu sein.

3 Qualifikationsprofil

3.1 Leitbild

[Leitbild und Leitsätze](#) der THI wurden in einem umfassenden Strategieprozess unter Einbindung aller Mitarbeiter und der Hochschulgremien in den Jahren 2018/2019 überarbeitet und auf der Homepage veröffentlicht. Das gemeinschaftlich erarbeitete Leitbild „**Persönlichkeit und Innovationen – für eine lebenswerte Zukunft**“ stellt den Handlungsrahmen der Strategie THI 2030 dar.

Konkretisiert wird das Leitbild durch fünf Leitsätze:

**Wir schaffen Innovationen und leben Nachhaltigkeit –
Technik und Wirtschaft sind unser Fokus.**

Wir entwickeln Persönlichkeiten für die Berufswelt der Zukunft.

Wir gestalten den Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft.

Wir lehren, forschen und arbeiten international und interdisziplinär.

Wir agieren menschlich, leidenschaftlich und weltoffen

Das Leitbild und die Leitsätze sind zentraler Bestandteil der Strategie **THI 2030**, die parallel zur Leitbildüberarbeitung erstellt wurde.

Der Hochschulentwicklungsplan (HEP) THI 2023-2027 basiert auf den Zielvereinbarungen der Technischen Hochschule Ingolstadt (THI) mit dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst. Der HEP detailliert und erweitert dabei die Zielvereinbarungen mit dem Ministerium und stellt den Rahmen für die Entwicklung der Hochschule bis Dezember 2027 dar. Ergänzend bietet der HEP einen Ausblick auf die Weiterentwicklung im Rahmen der Strategie 10.000 bis zum Jahr 2030.

Im HEP verankerte strategische Kernthemen sind unter anderem die Abrundung des Lehr- und Forschungsschwerpunkts **Mobilität**, die Erweiterung von Lehre und Forschung auf die Felder **Life Sciences** und **Nachhaltige Infrastruktur** unter Berücksichtigung der Querschnittsbereiche Digitalisierung und Unternehmertum. Auch die organisatorische Weiterentwicklung der THI im Rahmen der Strategie „THI 2030“ ist dort beschrieben. Dies umfasst auch die Neugründung von Forschungsinstituten wie beispielsweise eines Fraunhofer Anwendungszentrums für vernetzte Mobilität.

Innerhalb der einzelnen Organisationseinheiten dient der HEP als Grundlage für die organisationsspezifischen Detailplanungen und Strategieprozesse. Zielvereinbarung und HEP sind im Intranet der THI (*MyTHI*) für Hochschulmitglieder veröffentlicht.

3.2 Studienziele

3.2.1 Fachspezifische Kompetenzen des Studiengangs

- Fachkompetenzen:
 - Interpretieren der Ergebnisse verschiedener CAE-basierter Simulationsmethoden
 - Erkennen und Beurteilen systematischer Abhängigkeiten in technischen Systemen
 - Computergestützte Strategien zur Problemlösung
 - Vertiefung der theoretisch-wissenschaftlichen Grundlagen
 - Strategien des Leichtbaus vertiefen
 - Tiefgehendes Verständnis über den Prozess der Produktentwicklung
 - Erweiterung der mechanischen Grundkenntnisse auf Leichtbau, Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik
 - Einsatz von Mechatronik im Maschinenbau

3.2.2 Fachübergreifende Kompetenzen des Studiengangs

Methodenkompetenzen:

- Methodisches Konstruieren
- Bewertung von Simulationen und realen Systemen
- Ganzheitliche Betrachtung technischer Systeme
- Wissenschaftliches Arbeiten (z.B. Vorbereitung zur Promotion)

Sozialkompetenzen:

- Gemeinsames Arbeiten an größeren Arbeitsaufträgen in Teams
- Wissenschaftlicher Diskurs

Selbstkompetenzen:

- Zeitmanagement
- Selbstorganisation
- Analytische Kompetenz
- Sichere Darstellung wissenschaftlicher Zusammenhänge

3.2.3 Prüfungskonzept des Studiengangs

Die Prüfungen orientieren sich an den jeweils angestrebten Lernergebnissen eines Moduls, dessen erfolgreiche Vermittlung überprüft werden soll.

Auf eine ausgewogene Verteilung der Prüfungsformen wurde besonderer Wert gelegt.

Durch die große Anzahl an Laboren können die meisten Lehrveranstaltungen durch Laborversuche gut unterstützt werden. Die didaktischen Konzepte der Dozenten können dies einbeziehen und somit optimiert werden.

3.2.4 Anwendungsbezug des Studiengangs

Absolventen des Masterstudiengangs Technische Entwicklung im Maschinenbau können ihr ingenieurwissenschaftliches Urteilsvermögen anwenden, um mit technisch komplexen Informationen zu arbeiten sowie neue und originelle Lösungen zu anwendungsorientierten und interdisziplinären Fragestellungen zu entwickeln. Sie setzen ihr vertieftes Wissen ein, um komplexe Fragestellungen bei Entwicklung, Produktion, Qualitätsmanagement anzuwenden. Dabei greifen sie auf ihre Fachkompetenzen zurück, die Anbindungspunkte auch zur Mechatronik und damit zur Automatisierung und Digitalisierung haben.

Masterarbeitsthemen und wissenschaftliche Seminarthemen stammen aus vielen Bereichen des Maschinenbaus. Es ist zu bemerken, dass die Kompetenzen häufig auch auf die Automobil- und Luftfahrtbranche übertragen werden können.

3.2.5 Beitrag einzelner Module zu den Studiengangzielen

		Module													
Ziele des Studiengangs		Verbundwerkstoffe	CAE	Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik	Leichtbau	Korrosion- und Oberflächentechnik	Mehrkörpersysteme	Mechatronik	Getriebe	Adaptive Systeme	Akustik	Versuchstechnik	Individuelles Wahlpflichtmodul (abhängig vom gewählten Thema)	Wissenschaftliches Arbeiten (abhängig vom gewählten Thema)	Masterarbeit (abhängig vom gewählten Thema)
Fachkom-	Interpretieren der Ergebnisse verschiedener CAE-basierter Simulationsmethoden		++		+		++	+		+	+		::	::	::

	Ziele des Studiengangs	Module														
		Verbundwerkstoffe	CAE	Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik	Leichtbau	Korrosion- und Oberflächentechnik	Mehrkörpersysteme	Mechatronik	Getriebe	Adaptive Systeme	Akustik	Versuchstechnik	Individuelles Wahlpflichtmodul (abhängig vom gewählten Thema)	Wissenschaftliches Arbeiten (abhängig vom gewählten Thema)	Masterarbeit (abhängig vom gewählten Thema)	
	Erkennen und Beurteilen systematischer Abhängigkeiten in technischen Systemen	+	+		++		+	++	+	++	+	+	::	::	::	
	Computergestützte Strategien zur Problemlösung		++		+		++	+		+		+	::	::	::	
	Vertiefung der theoretisch-wissenschaftlichen Grundlagen	++	+		+	+	+	+	+	+	++		::	::	::	
	Strategien des Leichtbaus vertiefen				++	++							::	::	::	
	Tiefgehendes Verständnis über den Prozess der Produktentwicklung	++								+		+		::	::	::
Methodenkompetenzen	Methodisches Konstruieren	+			+							+	::	::	::	
	Bewertung von Simulationen und realen Systemen				++					+		++	::	::	::	
	Ganzheitliche Betrachtung technischer Systeme				+	+	++					+	++	::	::	::
	Wissenschaftliches Arbeiten (z.B. Vorbereitung zur Promotion)													::	++	++
Sozialkompetenzen	Gemeinsames Arbeiten an größeren Arbeitsaufträgen in Teams						+					+			++	
	Wissenschaftlicher Diskurs	::	::	::	::	::	::	::	::	::	::	::	::	::	++	++
Selbstkompetenzen	Zeitmanagement				+							+				++
	Selbstorganisation						+								++	++
	Analytische Kompetenz	+	++	+	+	+	+	+	+	++	++				++	+
	Sichere Darstellung wissenschaftlicher Zusammenhänge															++

3.3 Mögliche Berufsfelder

Das Studium eröffnet dem/der Absolventen/Absolventin eine breite Palette von Möglichkeiten zum Berufseinstieg. Besonderer Wert wird auch auf die Verbreiterung der theoretisch-wissenschaftlichen Grundlagen gelegt, die den Studierenden eine Promotion bzw. die Arbeit im wissenschaftlichen Bereich ermöglichen.

Die am häufigsten eingeschlagenen Berufswege sind sicherlich derjenige als Spezialist mit vertieften theoretischen und methodischen Kenntnissen sowie der übergeordnete Leiter im Entwicklungsbereich, der die verschiedenen Disziplinen der Produktentwicklung überschauen muss.

Der Studiengang qualifiziert insbesondere für interdisziplinäre Aufgaben im Umfeld, z.B.:

- Technische Entwicklung
- Simulation
- Mechanische Optimierung
- Integration von Mechatronik

4 Duales Studium

In Kooperation mit ausgewählten Praxispartnern kann der Studiengang Technische Entwicklung im Maschinenbau auch im dualen Studienmodell absolviert werden. Im dualen Studienmodell lösen sich Hochschul- und Praxisphasen (insbesondere in den Semesterferien und für die Abschlussarbeit) ab. Die Vorlesungszeiten im dualen Studienmodell entsprechen den normalen Studien- und Vorlesungszeiten an der THI.

Durch die systematische Verzahnung der Lernorte Hochschule und Unternehmen sammeln die Studierenden als integraler Bestandteil ihres Studiums berufliche Praxiserfahrung bei ausgewählten Praxispartnern.

Das Curriculum des dualen Studiengangmodells unterscheidet sich gegenüber dem regulären Studiengangskonzept in folgenden Punkten:

- **Abschlussarbeit im Kooperationsunternehmen**

In beiden dualen Studienmodellen wird die Abschlussarbeit bei einem Kooperationsunternehmen geschrieben, i.d.R. über ein praxisrelevantes Thema mit Bezug zum Studienschwerpunkt.

Organisatorisch zeichnet sich das duale Studiengangmodell durch folgende Bestandteile aus:

- **Mentoring**

Zentrale Ansprechpartner für Dualstudierende in der Fakultät sind die jeweiligen Studiengangleiter. Diese organisieren jährlich ein Mentoring-Treffen mit den Dualstudierenden des jeweiligen Studiengangs.

- **Qualitätsmanagement**

In den Evaluationen und Befragungen an der THI zur Qualitätssicherung des dualen Studiums sind separate Frageblöcke enthalten.

- **„Forum dual“**

Organisiert vom Career Service und Studienberatung (CSS) findet einmal jährlich das „Forum dual“ statt. Das „Forum dual“ fördert den fachlich-organisatorischen Austausch zwischen den dualen Kooperationspartnern und der Fakultät und dient zur Qualitätssicherung des dualen Studienprogrammes. Zu dem Termin geladen sind alle Kooperationspartner im dualen Studium sowie Vertreter und Dualstudierende der Fakultät

Formal-rechtliche Regelungen zum dualen Studium für alle Studiengänge der THI sind in der APO (s. §§ 17, 29 und 30) und der Immatrikulationssatzung (s. §§ 8b und 18) geregelt.

Die folgenden Module sind nach o.g. Beschreibung von den entsprechenden Ergänzungen hinsichtlich eines dualen Studiums betroffen:

- Abschlussarbeit

Nähere Beschreibungen befinden sich in der entsprechenden Modulbeschreibung.

5 Modulbeschreibungen

5.1 Allgemeine Pflichtfächer

Verbundwerkstoffe			
Modulkürzel:	VerbWkst_M-TE	SPO-Nr.:	2
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Pflichtfach	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Tetzlaff, Ulrich		
Dozent(in):	Burger, Uli; Tetzlaff, Ulrich		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	2: Verbundwerkstoffe (VerbWkst_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü/PR - Seminaristischer Unterricht/Übung/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (VerbWkst_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Grundgedanken des Langfaserverstärkten Profil- Flächentragwerkbaus • kennen die Fasern Carbon, E-Glas, Aramid, Bor und Basalt • kennen die Harzsysteme Epoxid, PUR, Thermoplaste (Grundlagen Kunststoffe) • kennen die mechanischen Verbundeigenschaften, in Abhängigkeit, von der Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt, Grenzflächenhaftung Faserwerkstoffen • können mit der klassischen Laminattheorie Composite Strukturen berechnen • können Versagenskriterien anwenden nach Tsai, Wu, Hill, Jones, Puck, Geier • können die grundlegenden Schadensmechanismen • kennen die grundlegenden Fertigungsverfahren von langfaserverstärkten Tragwerken, wie RTM, DP-RTM, Autoklav, Handlaminieren, Thermopressen, Vakuumsackverfahren • kennen die grundlegende Methodik des Wickelverfahrens, Tapeablegeverfahrens, Pre-Preg, Pultrusion, SMC, BMC • kennen die grundlegenden thermoplastischen Herstellungsverfahren: Organobleche, LFT-G, LFT-D, GMT • können Verbindungsarten und Fügetechniken für FVW nennen 			

<ul style="list-style-type: none"> • können in der Praxis Composite Strukturen berechnen, auslegen und bewerten
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Klassische Laminattheorie (CLT), Mikromechanik nach Jones, Definition UD-Schicht und Makro-Mechanik, monolytische Bauweise, Grundlagen der Sandwichbauweise • Plattentheorie und Leistungskonjugation der Schnittgrößen zur Verzerrung, Koordinatentransformation • Faser- und Matrixwerkstoffe (Eigenschaften, Anwendung) • Verbundeigenschaften • Schadensmechanik und Festigkeitsbeurteilung von FVW, interlaminares Scherversagen, Ply-by-ply Untersuchung • Festigkeitsbewertung nach den bekannten Verfahren und Hypothesen der Kontinuumsmechanik für Compositewerkstoffe • Symmetrische, ausgeglichene monolytische Verbunde und ausgeglichene Verbunde und deren Kopplungsmechanik • Bauteilbeispiele aus der Praxis mit Schwerpunkt Luftfahrttechnik • Fertigungsverfahren für monolytische Verbunde und Sandwich, praktische Beispiele und Exkursion zu einem Fertigungsbetrieb • Aushärtemechanik und -chemie für Duomere und Thermoplasten, Autoklavfertigung, Glasübergangstemperatur, Verarbeitung unterschiedlicher duroplastischer und thermoplastischer Werkstoffe • Kennwerte, Festigkeit, Steifigkeit von allen gängigen Fasern
Literatur: <p>Verpflichtend: Keine</p> <p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • BERGMANN, Heinrich W., 1992. <i>Konstruktionsgrundlagen für Faserverbundbauteile</i>. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 3-540-54628-6, 0-387-54628-6 • EHRENSTEIN, Gottfried W., 2006. <i>Faserverbund-Kunststoffe: Werkstoffe, Verarbeitung, Eigenschaften</i> [online]. München [u.a.]: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-45754-6, 3-446-22716-4. Verfügbar unter: https://doi.org/10.3139/9783446457546. • NEITZEL, Manfred, 2014. <i>Handbuch Verbundwerkstoffe: Werkstoffe, Verarbeitung, Anwendung</i> [online]. München: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-43696-1, 978-3-446-43697-8. Verfügbar unter: https://doi.org/10.3139/9783446436978. • CHAWLA, Krishan K., 2019. <i>Composite materials: science and engineering</i>. Cham, Switzerland: Springer. ISBN 978-3-030-28985-0, 978-3-030-28982-9 • WITTEN, Elmar, ASSMANN, Wolfgang, 2013. <i>Handbuch Faserverbundkunststoffe - Composites: Grundlagen, Verarbeitung, Anwendungen</i> [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-658-02755-1. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-02755-1. • JONES, Robert M., 1999. <i>Mechanics of composite materials</i>. Philadelphia, PA: Taylor & Francis. ISBN 1-56032-712-X • PUCK, Alfred, 1996. <i>Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten: Modelle für die Praxis</i>. München ; Wien: Hanser. ISBN 3-446-18194-6 • NIU, Chunyun, 2010. <i>Composite airframe structures: practical design information and data</i>. Hong Kong: Conmilit Press. ISBN 978-962-7128-11-3, 962-7128-11-2 • PETERS, Stan T., 1998. <i>Handbook of composites</i>. London [u.a.]: Chapman & Hall. ISBN 0-412-54020-7 • ALTENBACH, Holm, Johannes ALTENBACH und Wolfgang KISSING, 2018. <i>Mechanics of composite structural elements</i>. Heidelberg ; Berlin: Springer. ISBN 978-981-10-8934-3, 981-10-8934-5 • SCHÜRSMANN, Helmut, 2007. <i>Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden: 39 Tabellen</i> [online]. Berlin [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-540-72189-5, 978-3-540-72190-1. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-540-72190-1.

- SCHÜRMAN, Helmut, 2005. *Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden* [online]. Berlin [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 3-540-40283-7, 978-3-540-40283-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/b137636>.
- WIEDEMANN, Johannes, 2007. *Leichtbau: Elemente und Konstruktion* [online]. Berlin [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 3-540-33656-7, 978-3-540-33656-3. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-33657-0>.
- N.N., . *Composites Materials Handbook (CMH) 17, Vol. 1-6*.
- N.N., . *Handbuch Strukturberechnung (HSB)* .
- N.N., . *Luftfahrttechnisches Handbuch - Faserverbund Leichtbau (LTH-FL)* .
- N.N., . *VDI2014: Entwicklung von Bauteilen aus Faserverbund, Teil 1-3*.
- N.N., . Aktuelle Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge: Composite World, Flight International,....
In: .

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

CAE			
Modulkürzel:	CAE_M-TE	SPO-Nr.:	3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Pflichtfach	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Diel, Sergej		
Dozent(in):	Diel, Sergej		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	3: CAE (CAE_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü/PR - Seminaristischer Unterricht/Übung/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (CAE_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	M-LT: CAE M-WT: CAE		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • haben einen tieferen Einblick in verschiedene Techniken des Computer Aided Engineering (CAE) • begreifen CAE als Bestandteil der virtuellen Produktentwicklung • können reale mechanische Strukturen als numerische Modelle digitalisieren • verstehen Zusammenhänge der Kontinuumsmechanik und können mit der dazu notwendigen Mathematik sicher umgehen • verfügen über die notwendigen mathematischen Kenntnisse und Fertigkeiten zur Darstellung physikalischer Feldprobleme • besitzen vertiefte Kenntnisse und Verständnis der Finite Elemente Methode und ihrer Bedeutung und Anwendungsmöglichkeiten in der Strukturmechanik und Strukturdynamik • besitzen vertiefte Kenntnisse weiterer CAE-Methoden, wie FDM und FVM • haben ein vertieftes Verständnis für weitere CAE- Anwendungen wie Crashberechnung, gekoppelte thermo-elastische Problemstellungen und CFD • sind in der Lage, Simulationsmodelle für strukturmechanische und thermische Problemstellungen zu erstellen und zu beurteilen 			

- können komplexe Berechnungsmethoden für werkstoffbezogene Fragestellungen anwenden
- sind in der Lage komplexe Problemstellungen der technischen Berechnung selbstständig oder im Team zu lösen, auch im nichtlinearen Bereich und der Optimierung
- besitzen die Fähigkeit der Bewertung, der Präsentation und der Diskussion von Simulationsmodellen und deren Ergebnissen
- kennen die Möglichkeiten und Grenzen der numerischen Methoden
- besitzen Abstraktionsvermögen, analytisches Denkvermögen sowie eine strukturierte Vorgehensweise zur Lösung technischer Simulationsaufgaben

Inhalt:

- Überblick über verschiedene CAE-Methoden
- Mathematisches Hintergrundwissen
Ausgewählte Themen der Linearen Algebra, Tensorrechnung, Indexschreibweise, Vektoranalysis, Mehrdimensionale Interpolation, numerische Lösung von partiellen Differentialgleichungen, Numerische Integration, numerische Lösung nichtlinearer Problemstellungen (Newton-Raphson Methode)
- Höhere Festigkeitslehre, Kontinuumsmechanik, Beschreibung von Feldproblemen
- Herleitung der FEM am Beispiel der Elastodynamik
- Isoparametrische Finite Elemente, Formfunktionen höherer Ordnung
- CAE Anwendungen im Bereich Strukturmechanik
- Gekoppelte Probleme – Wärmeleitung und Thermoelastizität
- CAE Anwendungen im Bereich Strukturmechanik
- Nichtlineare Simulationen
- Simulation des Werkstoffverhaltens (Plastizität, Homogenisierung, FVK)
- Optimierung
- Effektive Idealisierung und Modellbildung in CAE
- Weitere CAE-Methoden (FDM, BEM, FVM)
- Ausgewählte weitere CAE-Anwendungen wie z.B. Crashberechnung, numerische Strömungssimulation
- Einbindung von CAE in den Entwicklungsprozess – Virtuelle Produktentwicklung
- Rechnerpraktikum
- Simulationsaufgabe: Eigenständige Bearbeitung von Aufgabenstellungen zur technischen Berechnung einzeln oder im Team mit Präsentation der Ergebnisse

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- KLEIN, Bernd, 2015. *FEM: Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-658-06054-1. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-06054-1>.
- GEBHARDT, Christof, 2018. *Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench: Einführung in die lineare und nichtlineare Mechanik* [online]. München: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-45740-9. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3139/9783446457409>.
- BATHE, Klaus-Jürgen, 2002. *Finite-Elemente-Methoden*. Berlin <<[u.a.]>>: Springer. ISBN 3-540-66806-3
- MEYWERK, Martin, 2007. *CAE-Methoden in der Fahrzeugtechnik: mit 10 Tabellen* [online]. Berlin: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-540-49866-7, 3-540-49866-4. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-49867-4>.
- LEE, Huei-Huang, 2021. *Finite element simulations with ANSYS Workbench 2021*. Mission: SDC Publications. ISBN 978-1-63057-456-7, 1630574562
- WRIGGERS, Peter, 2010. *Nonlinear finite element methods*. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-642-09002-8, 3-642-09002-8

- COOK, Robert D., MALKUS und PLESHA, 2002. *Concepts and applications of finite element analysis*. Hoboken, NJ [u.a.]: Wiley. ISBN 0-471-35605-0, 978-0-471-35605-9

Anmerkungen:

Bonussystem: In der Lehrveranstaltung kann von jedem Studierenden eine Simulationsaufgabe bearbeitet und präsentiert werden, die entsprechend ihrer qualitativen Ausarbeitung und Präsentation zu Bonuspunkten führt, die zusätzlich auf die Prüfungsleistung angerechnet werden. Bezogen auf die in der Prüfung erreichbaren Punkte sind maximal 10 Prozent Bonuspunkte möglich.

Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik			
Modulkürzel:	BFuBM_M-TE	SPO-Nr.:	4
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Pflichtfach	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Diel, Sergej		
Dozent(in):	David, Patrick; Diel, Sergej; Dörnhöfer, Andreas; Müller, Christian		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	4: Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik (BFuBM_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü/PR - Seminaristischer Unterricht/Übung/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (BFuBM_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • lernen die Grundlagen der Ermüdungsfestigkeit kennen • werden mit den Begriffen „Beanspruchung“ und „Beanspruchbarkeit“ vertraut gemacht • lernen die Methoden der experimentellen und numerischen Beanspruchungsermittlung kennen • kennen unterschiedliche Prüfverfahren in der Praxis • können Lastkollektive ableiten • lernen die Grundlagen der Bruchmechanik kennen • sind in der Lage, die Lebensdauer bzw. die Restlebensdauer von Bauteilen vorherzusagen 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Ermüdungsfestigkeit • Konzept der betriebsfesten Auslegung von Bauteilen • Beanspruchungsermittlung mittels Messung und Simulation • Last-Zeit-Verläufe, Zählverfahren und Lastkollektive • Grundlagen der Beanspruchbarkeit 			

<ul style="list-style-type: none">• Statistik in der Betriebsfestigkeit• Versuchstechnik und Versuchsauswertung• Lebensdaueranalyse• Rechnerischer Betriebsfestigkeitsnachweis (Nennspannungskonzept, Kerbspannungs- und örtliches Konzept)• Grundlagen der Bruchmechanik• Exkursion zur Betriebsfestigkeitsabteilung der Audi AG
Literatur:
Verpflichtend: Keine Empfohlen: Keine
Anmerkungen:
Keine Anmerkungen

Leichtbau			
Modulkürzel:	Leichtbau_M-TE	SPO-Nr.:	5
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Pflichtfach	1
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Kessler, Jörg		
Dozent(in):	Kessler, Jörg		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	5: Leichtbau (Leichtbau_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/PR - Seminaristischer Unterricht/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Leichtbau_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen den Grundgedanken des Leichtbaus im Maschinenbau • kennen die wichtigsten Leichtbauträger, Scheibe, Platte, Schale, Bieg-Drill-Knicken und Wölbkrafttorsion, Torsion allgemein. • kennen die Berechnungsmethodik der Schubfelder und der Rahmengitter, in 2D und 3D • verstehen die Grundbegriffe Stabilitätsversagen, Festigkeit und Steifigkeit im Leichtbau und deren wissenschaftliche Anwendung • können Tragwerke berechnen und auslegen wie tragende Strukturbauteile, Karosseriestrukturen, Flugzeugstruktur • können eine Aussage zum Leichtbaugrad von Tragwerken und Konstruktionsbeispielen des Leichtbaus machen • verstehen die grundsätzlichen Felder des Leichtbaus, wie Materialleichtbau, Optimierung, Lasten sowie konzeptionellen Leichtbau 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe des Leichtbaus 			

- Tragwerksberechnung, Schubfeld, Rahmengitter, Torsion
- Scheiben- und Plattentheorie, Rechteck- und Kreisplatte
- Differentialgleichung der Flächentragwerke, Zylinderschale, Kugelkalotte, flache Schalen, gekrümmte Flächentragwerke
- Stabilitätsversagen von Balkensystemen, Knicken, Kippen
- Stabilitätsversagen von dünnwandigen Flächentragwerken, Zylinderschale unter Axialdruck und Radialdruck und Torsion, Schubfelder in gekrümmten Flächentragwerken, Fouriertransformation
- Anwendung der Wölbkrafttorsion
- Berechnung des Schubmittelpunktes und des elastischen Schubmittelpunktes
- Mehrfach statische Unbestimmtheit von Leichtbaustrukturen und deren Berechnungen und Bewertungen

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- KLEIN, Bernd, GÄNSICKE, Thomas, 2019. *Leichtbau-Konstruktion: Dimensionierung, Strukturen, Werkstoffe und Gestaltung* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-26846-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-26846-6>.
- WIEDEMANN, Johannes, 2007. *Leichtbau: Elemente und Konstruktion* [online]. Berlin [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 3-540-33656-7, 978-3-540-33656-3. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-33657-0>.
- GIRKMANN, Karl, 1963. *Flächentragwerke: Einführung in die Elastostatik der Scheiben, Platten, Schalen und Faltwerke* [online]. Vienna: Springer Vienna PDF e-Book. ISBN 978-3-7091-8096-9, 978-3-7091-8097-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-7091-8096-9>.
- WELLNITZ, J., . *Leichtbau und Bionik*.
- GODULA-JOPEK, Agata, JEHLE, Walter, WELLNITZ, Jörg, 2012. *Hydrogen storage technologies: new materials, transport, and infrastructure* [online]. Weinheim: Wiley-VCH PDF e-Book. ISBN 978-3-527-64992-1, 978-3-527-64994-5. Verfügbar unter: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527649921>.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Korrosion- und Oberflächentechnik			
Modulkürzel:	KorOT_M-TE	SPO-Nr.:	6
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Pflichtfach	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Oberhauser, Simon		
Dozent(in):	Oberhauser, Simon		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	6: Korrosion- und Oberflächentechnik (KorOT_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü/PR - Seminaristischer Unterricht/Übung/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (KorOT_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> kennen den Mechanismus der Korrosion einschließlich seiner relevanten thermodynamischen und kinetischen Einflussfaktoren, können verschiedene Korrosionsformen erkennen und den jeweiligen Korrosionsursachen zuordnen. kennen die wichtigsten Korrosionsprüfungen einschließlich elektrochemischer Methoden und können ihre Ergebnisse sinnvoll interpretieren. kennen wichtige korrosionsbeständige Werkstoffe aus der Gruppe der Leichtmetalle, der hochlegierten Stähle sowie der Nickel und Kupferbasiswerkstoffe. Sie kennen deren Einsatzmöglichkeiten und Grenzen und können auf dieser Basis für konkrete Anwendungsfälle eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Werkstoffauswahl treffen. sind informiert über die verbreitetsten Möglichkeiten, wenig korrosionsbeständige Werkstoffe mit Hilfe von Beschichtungen und Überzügen zu schützen. Sie kennen die einschlägigen Methoden und Prozesse und sind in der Lage zu entscheiden, welches Verfahren zu einem gegebenen Bauteil und den dort herrschenden Anforderungen passt. kennen die Grundregeln des konstruktiven Korrosionsschutzes und sind daher in der Lage korrosionsbedingte Schwachstellen bereits in der Konzept- und Konstruktionsphase zu vermeiden 			

<ul style="list-style-type: none">• wissen Bescheid darüber, wie sich Fügechnik sowie die Prozessfolge im gesamten Herstellprozess auf das Ergebnis hinsichtlich des Korrosionsschutzes auswirken. Sie sind daher in der Lage korrosionsschutzgerechte Fügeverfahren auszuwählen und möglichst günstige Fertigungsabläufe zu planen.
Inhalt:
<ul style="list-style-type: none">• Theoretische Grundlagen Korrosion, Methoden der Elektrochemie, Korrosionsprüfung• Mechanische Einflüsse auf das Korrosionsgeschehen• Korrosionsbeständige Werkstoffe mit ihren Möglichkeiten, Grenzen und ihren Sonderkorrosionsformen• Korrosionsschutz durch Beschichtungen, Vorbehandeln und Vorbereiten, Beschichtungsprozesse, Beschichtungsstoffe• Korrosionsschutz durch Überzüge, Verfahren und Materialien• Grundbegriffe des konstruktiven Korrosionsschutzes• Fügechnik und Korrosion
Literatur:
Verpflichtend: <ul style="list-style-type: none">• WENDLER-KALSCH, Elsbeth, GRÄFEN, Hubert, 1998. <i>Korrosionsschadenkunde</i> [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg PDF e-Book. ISBN 978-3-642-30431-6, 978-3-662-22074-0. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-642-30431-6. Empfohlen: Keine
Anmerkungen:
Prüfungsart gemäß der Anlage zur SPO Master WT und Master TE

Mehrkörpersysteme			
Modulkürzel:	MKS_M-TE	SPO-Nr.:	7
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Pflichtfach	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Gaul, Andreas		
Dozent(in):	Gaul, Andreas		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	7: Mehrkörpersysteme (MKS_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü/PR - Seminaristischer Unterricht/Übung/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (MKS_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> • wissen, wo Mehrkörpersysteme in der Technik eine Rolle spielen und zu welchem Zweck sie eingesetzt werden • verstehen die wesentlichen Zusammenhänge zur räumlichen Kinematik und Kinetik einzelner Starrkörpern • kennen die Parametrisierungen von Rotationen durch Eulerwinkel, Kardanwinkel, Rotationsmatrizen, Eulerparameter und Drehzeiger • wissen um die Notwendigkeit kinematischer Bindungen und deren mathematischer Formulierung auf Lage-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsebene • können implizite Bindungsgleichungen von Standardgelenken formulieren • kennen den Unterschied zwischen expliziten und impliziten Bindungsgleichungen • können für den starren Einzelkörper sowohl den Kräftesatz als auch den Momentensatz für die räumliche Bewegung formulieren, auswerten und anwenden • kennen die Beschreibung mechanischer Systeme in Absolutkoordinaten und in Minimalkoordinaten • können die Bewegungsgleichungen für Systeme starrer Körper mit unterschiedlichen Methoden aufstellen 			

<ul style="list-style-type: none">• können die Lagrangesche Gleichung I. Art formulieren, auswerten und anwenden• können die projektive Newton-Euler-Gleichung formulieren, auswerten und anwenden• können die Lagrangesche Gleichung II. Art formulieren, auswerten und anwenden• wissen, wie man nichtlineare Bewegungsgleichungen linearisiert• sind in der Lage, Mehrkörpersysteme in MATLAB zu simulieren
Inhalt:
<p>Die Veranstaltung untergliedert sich in einen Vorlesungs- und einen Übungsanteil. In der Vorlesung werden folgende Inhalte vermittelt.</p> <ul style="list-style-type: none">• Einführung• Mathematische Grundlagen• Kinematik des starren Körpers• Kinetik des starren Körpers• Bindungen in Mehrkörpersystemen• Dynamik von Mehrkörpersystemen <p>In der Übung werden die Inhalte der Vorlesung durch Rechenaufgaben und numerische Simulationen vertieft.</p>
Literatur:
<p>Verpflichtend: Keine</p> <p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none">• WOERNLE, Christoph, 2016. <i>Mehrkörpersysteme: eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper</i>. Berlin ; Heidelberg: Springer Vieweg. ISBN 978-3-662-46686-5• RILL, Georg und Thomas SCHAEFFER, 2014. <i>Grundlagen und Methodik der Mehrkörpersimulation: vertieft in Matlab-Beispielen, Übungen und Anwendungen</i>. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-06083-1, 978-3-658-06084-8• SHABANA, Ahmed A., 2005. <i>Dynamics of multibody systems</i>. Cambridge ; New York: Cambridge University Press. ISBN 9781107337213• EICH-SOELLNER, Edda und Claus FÜHRER, 1998. <i>Numerical Methods in Multibody Dynamics</i>. Wiesbaden: Springer. ISBN 978-3-663-09830-0
Anmerkungen:
Keine Anmerkungen

Mechatronik			
Modulkürzel:	Mechatro_M-TE	SPO-Nr.:	8
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Pflichtfach	1
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Göllinger, Harald		
Dozent(in):	Müller, Dieter		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	8: Mechatronik (Mechatro_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	: SU/PR - Seminaristischer Unterricht/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Mechatro_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen und verwenden die fachspezifische Terminologie sicher, • benennen die Eigenschaften von Sensoren und Aktoren, • können die Eigenschaften eines Mikrocontrollers benennen, • besitzen das mathematische Hintergrundwissen zur Lösung von mechatronischen Problemstellungen • beurteilen die Vor-/ und Nachteile verschiedener Bussysteme, • entwerfen einen zeitdiskreten Regelkreis mit Hilfe der z- Transformation und kennen Techniken, Regler auf einem Mikrocontroller zu implementieren. • wenden gelernte Methoden auf ähnliche Probleme der Mechatronik an, • lösen Aufgaben auch in einer Kleingruppe, und können dabei Fachliches kommunizieren und erklären, • arbeiten sich selbstständig und im Team in Themen der Mechatronik ein und können über diese kompetent diskutieren, • verstehen, wie der eigene Lernstil verbessert werden kann und verstehen, wie die Zusammenarbeit mit an-deren verbessert werden kann. 			

Inhalt:

Grundstruktur der Mechatronik

- Definition, Merkmale und Grundprinzipien der Mechatronik

Sensoren

- Klassifikation und Eigenschaften, Signalformen, Signalaufbereitung
- Messkette, integrierte und intelligente Sensorik
- Messung von Weg, Lage, Näherung, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft, Druck, Durchfluss, Temperatur, Licht
- Sensoren im Kraftfahrzeug

Aktoren

- Übersicht, Klassifikation, Eigenschaften, Einsatzbereiche
- Elektromotoren: Gleichstrom, Synchron-, Asynchronmotoren, Schrittmotor
- Beispiele aus der Kraftfahrzeugtechnik

Modellbildung

- Prinzipien der Modellbildung
- Bausteine für die Modellbildung mechanischer, elektrischer, hydraulischer und pneumatischer Systeme

Beobachter

- Theorie des Luenberger-Beobachters
- Einsatz zur Schätzung von Zustandsgrößen
- erweiterter Beobachter zur Schätzung von Offsets

Abtastregelung

- Näherungsweise Lösung mit Hilfe von Differenzenquotienten,
- z-Transformation
- Berücksichtigung des Halteglieds
- Aufbau eines abgetasteten Regelkreises
- Approximation mit Tustin und Euler-Differenzgleichung,
- Entwurf von Reglern unter Berücksichtigung der Stabilität,
- Deadbeat-Controller
- zeitdiskreter Zustandsraum, zeitdiskreter Beobachter

Mikrocontroller

- Aufbau,
- Schnittstellen und A/D-Wandlung
- Implementation einer Abtastregelung im Mikrocontroller

Literatur:

Verpflichtend:

- RODDECK, Werner, 2019. *Einführung in die Mechatronik* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-27775-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27775-8>.
- BOLTON, William, 2006. *Bausteine mechatronischer Systeme*. München ; Boston <<[u.a.]>>: Pearson Studium. ISBN 978-3-8273-7262-8, 3-8273-7262-3
- BERNSTEIN, Herbert, 2004. *Grundlagen der Mechatronik*. Berlin [u.a.]: VDE-Verl.. ISBN 3-8007-2754-4
- ISERMANN, Rolf, 2008. *Mechatronische Systeme: Grundlagen ; mit 103 Tabellen* [online]. Berlin [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-540-32336-5, 3-540-32336-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-32512-3>.

Empfohlen:

- LUTZ, Holger und Wolfgang WENDT, 2019. *Taschenbuch der Regelungstechnik: mit MATLAB und Simulink*. 11. Auflage. Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel. ISBN 978-3-8085-5869-0, 3-8085-5869-5

- UNBEHAUEN, Heinz, LEY, Frank, 2014. *Das Ingenieurwissen: Regelungs- und Steuerungstechnik* [online]. Berlin [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-662-44026-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-44026-1>.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Wissenschaftliches Arbeiten			
Modulkürzel:	WisArb_M-TE	SPO-Nr.:	13
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Pflichtfach	1
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	Winter- und Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Bienert, Jörg		
Dozent(in):	Akgün, Ertan; Bienert, Jörg; Diel, Sergej; Gaull, Andreas; Gelner, Alexander; Handwerker, Michael; Horak, Jiri; Költzsch, Konrad; Oberhauser, Simon		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 2.5 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	30 h	
	Selbststudium:	95 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	13: Wissenschaftliches Arbeiten (WisArb_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	Seminar		
Prüfungsleistungen:	SA mit Koll - Seminararbeit mit Kolloquium, Dauer 15 Minuten, schriftliche Ausarbeitung 8-15 Seiten, Präsentation 15-20 Folien (WisArb_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
selbstorganisiertes Arbeiten, Literaturrecherchen, ggf. Programmierkenntnisse			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden sollen zu selbständigem wissenschaftlichen Arbeiten befähigt werden. Das zu bearbeitende Thema muss einem wissenschaftlichen Anspruch auf Masterniveau gerecht werden und einen aktuellen Bezug zur Forschung haben.</p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • können eine komplexe fachliche Aufgabenstellung über ein Semester hinweg erfolgreich bearbeiten und lösen • können sich in ein für sie neues, anspruchsvolles Fachthema eigenständig einarbeiten und dieses unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden und der bisher erworbenen ingenieurwissenschaftlichen Fachkenntnisse selbstständig bearbeiten • können die erzielten Literaturrecherchen/Theoretischen Ausarbeitungen/Projektergebnisse kompetent diskutieren, überzeugend präsentieren und nach technisch-wissenschaftlichen Standards dokumentieren 			

<ul style="list-style-type: none">• können fachübergreifende Zusammenhänge erarbeiten und verstehen das Zusammenwirken verschiedener Fachdisziplinen im Ingenieurwesen• besitzen ausgeprägte Methoden- und Sozialkompetenz
Inhalt:
Inhaltlich muss die Themenstellung relevant im Bereich des Maschinenbaus sein. Folgende Ausarbeitungsarten können in diesem Modul abgedeckt werden: <ul style="list-style-type: none">• Literaturrecherche• Praktische Umsetzung, Experimente und anschließende Analyse
Literatur:
Verpflichtend: Keine Empfohlen: Keine
Anmerkungen:
Die Organisationsform wird vom Dozierenden festgelegt. Es ist die Themenvergabe an einzelne Studierende, an Kleingruppen oder auch an ein Projektteam möglich. Prüfung: <ul style="list-style-type: none">• Seminararbeit: schriftliche Ausarbeitung 8 - 15 Seiten• Präsentation: 15 Minuten mit 15 - 20 Folien. Bei der schriftlichen Ausarbeitung der Seminararbeit sind Stellen, bei denen KI gestützte Formulierungshilfen verwendet wurden, entsprechend zu kennzeichnen.

Masterarbeit			
Modulkürzel:	MA_TE	SPO-Nr.:	14
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Pflichtfach	3
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	Winter- und Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Bienert, Jörg		
Dozent(in):	Alle Professorinnen/Professoren,		
Leistungspunkte / SWS:	30 ECTS / 0 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	0 h	
	Selbststudium:	750 h	
	Gesamtaufwand:	750 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	14: Masterarbeit (MA_TE)		
Lehrformen des Moduls:	Masterarbeit		
Prüfungsleistungen:	Master-Abschlussarbeit (MA_TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Problemstellungen aus dem Fachgebiet der Technischen Entwicklung unter Anwendung des erlernten Fachwissens sowie wissenschaftlichen Methoden und Erkenntnisse innerhalb einer vorgegebenen Frist selbstständig auf hohem wissenschaftlichem Niveau zu bearbeiten. Studierende wenden computergestützte Methoden auf dem aktuellen Stand der Technik für die Bearbeitung von Ingenieuraufgaben an. Die Master-Studierenden sind außerdem fähig, die Ergebnisse in fachliche und fächerübergreifende Zusammenhänge einzuordnen und sie in Form einer wissenschaftlichen Arbeit darzustellen Die Studierenden können sich selbständig in ein definiertes Thema einarbeiten und über dieses kompetent diskutieren. 			
Inhalt:			
<p>Die Bearbeitung der Themenstellung erfolgt in einem strukturierten Prozess.</p> <ul style="list-style-type: none"> Analyse der Problemstellung und Abgrenzung des Themas Literatur-/Patentrecherche 			

- Formulierung des Untersuchungsansatzes/der Vorgehensweise
- Festlegung eines Lösungskonzepts bzw. -wegs
- Planung und Erarbeitung der Lösung, Analyse der Ergebnisse
- Einordnung der fachlichen und außerfachlichen Bezüge
- Anwendung wissenschaftlicher Arbeitsweise und Methodik, d.h. systematisch, analytisch und methodisch korrekt vorzugehen, logisch und prägnant zu argumentieren sowie zielorientiert und zeitkritisch zu arbeiten und die Ergebnisse formal korrekt darstellen

Für Dual-Studierende ist die Abschlussarbeit in Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Dual-Unternehmen anzufertigen. Die inhaltliche Detailierung und der wissenschaftliche Anspruch wird in Zusammenarbeit von firmenseitiger Betreuung und Erstprüferin/Erstprüfer an der Technischen Hochschule sichergestellt.

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

Keine

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

5.2 Profilbildende Wahlpflichtmodule

Adaptive Systeme			
Modulkürzel:	Adapt_M-TE	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Allgemeines Wahlpflichtfach	1
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Müller, Dieter		
Dozent(in):	Müller, Dieter		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	9: Adaptive Systeme (Adapt_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Adapt_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen den Aufbau und die Funktionsweise von Fuzzy-Reglern • können mit einem Simulationsprogramm Eigenschaften von Fuzzy-Reglern testen • kennen den Aufbau und die Funktion von künstlichen neuronalen Netzen • können künstliche neuronale Netze simulieren • kennen Techniken zur Identifikation dynamischer Systeme • können die Parameter dynamischer Systeme mit Hilfe von Identifikationsalgorithmen bestimmen 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Fuzzy Regler • Künstliche neuronale Netze • Maximum Likelihood-Schätzer • Beobachter und erweiterter Beobachter • Kalmanfilter • Adaptive Reglerkonzepte 			

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- LUTZ, Holger und Wolfgang WENDT, 2021. *Taschenbuch der Regelungstechnik: mit MATLAB und Simulink*. 12. Auflage. Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel. ISBN 978-3-8085-5870-6
- UNBEHAUEN, Heinz, Band 1, [21992. *Regelungstechnik*. [7. Auflage. Braunschweig [u.a.]: Vieweg. ISBN 3-528-06469-2
- STRIETZEL, Roland, 1996. *Fuzzy-Regelung: mit 36 Tabellen*. München [u.a.]: Oldenbourg. ISBN 3-486-23359-9

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Akustik			
Modulkürzel:	Akust_M-TE	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Allgemeines Wahlpflichtfach	1
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Bienert, Jörg		
Dozent(in):	Bienert, Jörg		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	9: Akustik (Akust_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - mündliche Prüfung, 15 Minuten (Akust_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die akustischen Feldgrößen • können Pegel unterschiedlicher Signalarten berechnen • können die Schallwellenausbreitung auf Basis partieller Differentialgleichungen (auch 3-dimensional) beschreiben • kennen Messverfahren einschließlich digitaler Datenerfassung und deren Frequenzanalyse • können die Anforderungen von Lärmschutz in akustische Messgrößen umsetzen • kennen die psychoakustische Wirkungsweise des Schalls • durchdringen die Schallausbreitung im Kraftfahrzeug und deren Reduktion • verstehen die Wirkungsweise von Schalldämmung und Absorption • verstehen die Beiträge von Kfz-Komponenten zur Gesamtfahrzeugakustik 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Schallfelds • Wellenausbreitung 			

- mathematische Beschreibung mit partiellen Differenzialgleichungen (1D und 3D)
- Elementarstrahler
- Spektrale Darstellungen
- Schallabsorption
- Fahrzeugakustik Grundlagen
- Schallwahrnehmung
- Messtechnik-Körperschall
- Vibroakustik
- Fahrgeräusche
- Akustische Komponenten im Fahrzeug
- Motorgeräusche
- Ladungswechselgeräusch
- Rollgeräusche
- Windgeräusche
- Nebenaggregate
- Störgeräusche
- Zusammenhang mit Schwingungsphänomenen
- weiterführende Mess- und Berechnungsverfahren
- Raumakustik / akustische Prüfräume

Literatur:

Verpflichtend:

- SINAMBARI, Gholam Reza, SENTPALI, Stefan, 2020. *Ingenieurakustik: physikalische Grundlagen, Anwendungsbeispiele und Übungen* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-27289-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27289-0>.
- MÖSER, Michael, 2015. *Technische Akustik* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-47704-5, 978-3-662-47703-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-47704-5>.
- GENUIT, Klaus, 2010. *Sound-Engineering im Automobilbereich: Methoden zur Messung und Auswertung von Geräuschen und Schwingungen* [online]. Berlin ; Heidelberg: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-642-01414-7, 978-3-642-01415-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01415-4>.
- ZELLER, Peter, 2018. *Handbuch Fahrzeugakustik: Grundlagen, Auslegung, Berechnung, Versuch*. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-18519-0

Empfohlen:

Keine

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Getriebe			
Modulkürzel:	Getriebe_M-TE	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Allgemeines Wahlpflichtfach	1
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Perponcher, Christian von		
Dozent(in):	Perponcher, Christian von; Suchandt, Thomas		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	9: Getriebe (Getriebe_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/PR - Seminaristischer Unterricht/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Getriebe_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen Getriebe für unterschiedliche stationäre und mobile Anwendungen • können auch komplexe Getriebestrukturen zielgerichtet analysieren und synthetisieren • können Verzahnungen auslegen und die Tragfähigkeit rechnerisch belegen • können die Qualität von Verzahnungen bewerten • kennen die Schadensbilder an Getrieben und die jeweiligen Ursachen 			
Inhalt:			
<p>Getriebekonzepte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bauarten von Industrie-, Anlagen- und Fahrzeuggetrieben • Auslegung von Getrieben • Verzahnungsberechnung • Verzahnungstoleranzen • Herstellung von Verzahnungen • Schadensbilder an Getrieben 			

Praktikum
Literatur:
Verpflichtend: Keine Empfohlen: <ul style="list-style-type: none">• NIEMANN, G. und H. WINTER, 1989. <i>Maschinenelemente Bd. 2.</i>. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer. ISBN 978-3540111498• NAUNHEIMER, Harald, Bernd BERTSCHE und Gisbert LECHNER, 2007. <i>Fahrzeuggetriebe: Grundlagen, Auswahl, Auslegung und Konstruktion ; 85 Tabellen.</i> Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-540-30625-2• RIEG, Frank et al., 2014. <i>Maschinenelemente.</i> 14. Auflage. München: Carl Hanser.
Anmerkungen:
Im Rahmen der Vorlesung sind Gastvorträge vorgesehen

Versuchstechnik			
Modulkürzel:	VersT_M-TE	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Allgemeines Wahlpflichtfach	1
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Bienert, Jörg		
Dozent(in):	Bienert, Jörg		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	9: Versuchstechnik (VersT_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	SA+Koll. - schriftliche Ausarbeitung 8-15 Seiten; Präsentation 15-20 Folien, mündliche Prüfung 15 Min. (VersT_M-TE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage			
<ul style="list-style-type: none"> • einen Versuchsaufbau zu planen. • Sensoren auswählen und richtig einsetzen • digitale Messdaten auszuwerten. • Problemstellungen der experimentellen Systemanalyse und der Lebensdaueranalyse zu bearbeiten 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Messtechnik (Sensorik und Signalanalyse) • Aktuatoren und Prüfsysteme der Versuchstechnik • Verfahren zur Lebensdaueranalyse • Experimente <ul style="list-style-type: none"> ○ DMS-Applikation ○ Bauteilprüfung ○ Straßensimulator 			

- Basiswissen Matlab
- Statistische Versuchsplanung
- Signalanalyse
- Messung von Übertragungsfunktionen mit verschiedenen Sensortypen
- Strukturdynamik,
 - Modalanalyse (FRF-basiert)
 - Modalanalyse (aus Betriebschwingungen)
 - Erdbebensimulation
- Akustik
 - Übertragungsfunktionen
 - Raumakustik
 - akustische Kamera
 - Schallpegel, Schalleistung
 - subjektive Bewertungen
- Sensoren in Smartphones
- Mechanik (Trägheitstensor)
- Einführung in „machine learning“
- Optische Verfahren
- Wärmeleitung

Es wird eine Auswahl von etwa 1 Versuch pro Woche im Semester getroffen.

Literatur:

Verpflichtend:

- SIEBERTZ, Karl, BEBBER, David van, HOCHKIRCHEN, Thomas, 2017. *Statistische Versuchsplanung: Design of Experiments (DoE)* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-55743-3. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55743-3>.
- KUTTNER, Thomas, ROHNEN, Armin, 2019. *Praxis der Schwingungsmessung: Messtechnik und Schwingungsanalyse mit MATLAB* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-25048-5. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-25048-5>.

Empfohlen:

Keine

Anmerkungen:

Durch die Nutzung von Laboren ist die Teilnehmerzahl auf 25 begrenzt.

Prüfungsanteile können durch Tests in Moodle umgesetzt werden.

5.3 Individuelle Wahlpflichtmodule

Artificial Intelligence and Automotive Systems			
Modulkürzel:	IAE_AIAS	SPO-Nr.:	12
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Individuelle Wahlpflichtmodule	
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Lopes da Silva, Joed		
Dozent(in):	Lopes da Silva, Joed; Zimmer, Alessandro		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	12: Artificial Intelligence and Automotive Systems (IAE_AIAS)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (IAE_AIAS)		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (IAE_AIAS)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>After successfully completing the module the students shall be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • understand the basic principles that lie behind different Artificial Intelligence techniques that can be used in the context of automotive systems. • identify the most suitable Artificial Intelligence techniques to be used in a given scenario. • model a problem of automotive safety using Artificial Intelligence systems. • implement basic intelligent algorithms in Matlab. 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to AI. Problems and search space. Knowledge representation and Pattern Recognition. • AI and Automotive Systems/Automotive Safety Systems. • Theory, concepts and applications of Neural Networks. Neurodynamics, topology of Neural Networks and learning methods. • Fuzzy sets and systems. Modelling of Fuzzy System's Applications. • Concepts of Evolutionary Systems. Genetic Algorithms and optimization problems. 			

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- RUSSELL, Stuart J. und Peter NORVIG, 2021. *Artificial intelligence: a modern approach*. Hoboken: Pearson. ISBN 978-0-13-461099-3
- MICHELUCCI, Umberto, 2018. *Applied deep learning: a case-based approach to understanding deep neural networks* [online]. Berkeley, CA: Apress PDF e-Book. ISBN 978-1-4842-3790-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3790-8>.
- SINGH, Himanshu, LONE, Yunis Ahmad, 2020. *Deep Neuro-Fuzzy Systems with Python: With Case Studies and Applications from the Industry* [online]. Berkeley, CA: Apress PDF e-Book. ISBN 978-1-4842-5361-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5361-8>.
- BUONTEMPO, Frances und Tammy CORON, January 2019. *Genetic algorithms and machine learning for programmers: create AI models and evolve solutions*. Book version: P 1. Auflage. Raleigh, North Carolina: The Pragmatic Bookshelf. ISBN 978-1-68050-620-4
- ESCALANTE, Hugo Jair, 2018. *Explainable and Interpretable Models in Computer Vision and Machine Learning* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-98131-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-98131-4>.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Automatisiertes Fahren			
Modulkürzel:	AutFahr_M-FT	SPO-Nr.:	12
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Bogenberger, Florian		
Dozent(in):	Bogenberger, Florian; Helmer, Thomas; Steininger, Udo		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	12: Automatisiertes Fahren (AutFahr_M-FT)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (AutFahr_M-FT)		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (AutFahr_M-FT)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen und verwenden die fachspezifische Terminologie sicher, • kennen den Stand der Technik und Forschung zu automatisierten Fahrfunktionen, inkl. Potentiale und Grenzen, • können aktuelle Entwicklungen und Trend qualifiziert einschätzen, • verstehen die unterschiedlichen Anwendungsbereiche der Technologie und können deren Implikationen bewerten, • besitzen das Hintergrundwissen, um Aussagen zur Funktionssicherheit zu machen, • können die Grundprinzipien der Gebrauchssicherheit (SOTIF) anwenden, • verstehen die Auswirkungen auf die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle • können die Grundzüge der Zulassung wiedergeben und auf einen Anwendungsfall transferieren, • kennen und verstehen unterschiedliche Test- und Absicherungsmethoden und können diese zielgerichtet anwenden, • kennen die Besonderheiten in der Anwendung bei Zweirädern und Nutzfahrzeugen 			

Inhalt:

- Fachspezifische Terminologie
- Automatisierten Fahrfunktionen, inkl. Potentiale und Grenzen (SAE L3 und L4)
- Anwendungsbereiche der Technologie (privat, Flottenbetrieb, Logistik, ...)
- Funktionale Sicherheit (ISO 26262)
- Gebrauchssicherheit (SOTIF)
- Mensch-Maschine-Schnittstelle
- Zulassung
- Test- und Absicherungsmethoden
- Anwendung bei Zweirädern und Nutzfahrzeugen

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- WINNER, Hermann, HAKULI, Stephan, LOTZ, Felix, SINGER, Christina, 2019-. *Handbook of Driver Assistance Systems: Basic Information, Components and Systems for Active Safety and Comfort* [online]. Cham: Springer International Publishing PDF e-Book. ISBN 978-3-319-09840-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-09840-1>.
- BOTSCH, Michael, UTSCHICK, Wolfgang, 2020. *Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren: Methoden der Signalverarbeitung und des maschinellen Lernens* [online]. München: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-46804-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3139/9783446468047>.
- MAURER, Markus, GERDES, J. Christian, LENZ, Barbara, WINNER, Hermann, 2016. *Autonomous driving: technical, legal and social aspects* [online]. Berlin: Springer-Verlag PDF e-Book. ISBN 978-3-662-48847-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-48847-8>.
- DI FABIO, Udo und andere, Juni 2017. *Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren: eingesetzt durch den Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur : Bericht*. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Engineering Processes in Automotive Industry			
Modulkürzel:	EngineeProcAuto_M-APE	SPO-Nr.:	12
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Einsetzungstext ist leer!	1
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	English	1 semester	only summer term
Modulverantwortliche(r):	Axmann, Bernhard		
Dozent(in):	Neumann, Alexander; Triveni, Prashant		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	12: Engineering Processes in Automotive Industry (EngineeProcAuto_M-APE)		
Lehrformen des Moduls:	1: SU/Ü/PR - Seminaristischer Unterricht/Übung/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - written exam, 90 minutes (EngineeProcAuto_M-APE)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	None		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
None			
Empfohlene Voraussetzungen:			
None			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • know the strong networked and parallel processes in the product and process development of automobiles. • can recognise, assess and include in the work interactions between production and product. • know the significance and working methods of Simultaneous Engineering (SE) including the involvement of suppliers in product design and product and process quality to meet the requirements of production. • can handle tools of project and process management and know the working methods and processes (e.g. for networking, decision-making, escalation, etc.) in large automotive and supplier companies. • know the significance of prototype, pilot production and release processes and here applied tools. • know about the significance of lean development methods and cost management. 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Product and process development in the automotive industry • Automotive project- and process-management and according methods • Requirements and quality management tools 			

- Pre-series process
- Cost management
- Lean development
- Aspice

Literatur:

Verpflichtend:

- STAMATIS, Diomidis H., 2001. *Advanced quality planning: a commonsense guide to AQP and APQP*. New York, NY: Productivity Press. ISBN 1-56327-258-X
- COOPER, Robert G., 2017. *Winning at new products: creating value through innovation*. New York, NY: Basic Books. ISBN 0-465-09332-9, 978-0-465-09332-8
- WOMACK, James P., Daniel T. JONES und Daniel ROOS, 2007. *The machine that changed the world: [how lean production revolutionized the global car wars]*. London [u.a.]: Simon & Schuster. ISBN 978-1-84737-055-6, 1-8473-7055-1
- WOMACK, James P. und Daniel T. JONES, 2003. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. London [u.a.]: Simon & Schuster. ISBN 978-0-7432-3164-0
- ROTHER, Mike und John SHOOK, 2009. *Learning to see: value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Version 1. Auflage. Cambridge, Mass.: Lean Enterprise Inst.. ISBN 978-0-9667843-0-5, 0-9667843-0-8
- MORGAN, James M. und Jeffrey K. LIKER, 2006. *The Toyota product development system: integrating people, process, and technology*. New York, NY: Productivity Press. ISBN 1-56327-282-2, 978-1-563-27282-0
- REINERTSEN, Donald G., 2009. *The principles of product development flow: second generation lean product development*. Redondo Beach, Calif: Celeritas. ISBN 978-1-935401-00-1, 1-935401-00-9
- CHANG, Kuang-Hua, 2013. *Product manufacturing and cost estimating using CAD/CAE*. Amsterdam [u.a.]: Elsevier. ISBN 978-0-12-401745-0
- MITAL, Anil, 2014. *Product development: a structured approach to consumer product development, design, and manufacture*. Amsterdam [u.a.]: Elsevier. ISBN 978-0-12-799945-6

Empfohlen:

Keine

Anmerkungen:

Bonus system:

In the course, tasks can be set that lead to bonus points for the examination performance for each qualitatively completed task. The maximum crediting of bonus points takes place according to the APO.

Fahrzeugdynamik			
Modulkürzel:	FzgDyn_M-FT	SPO-Nr.:	12
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Gaul, Andreas		
Dozent(in):	Gaul, Andreas; Sitzmann, Gerald		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	12: Fahrzeugdynamik (FzgDyn_M-FT)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	mdIP - mündliche Prüfung 15 Minuten (FzgDyn_M-FT)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Grundlagen zu folgenden Themenbereichen: Kraftfahrzeugtechnik, Statik, technischen Dynamik, Schwingungslehre, gewöhnliche Differentialgleichungen, Regelungstechnik, Programmierung			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> • werden in die Lage versetzt, fahrdynamische Effekte theoretisch zu begründen und sachgerecht zu analysieren • können die dynamischen Eigenschaften von Kraftfahrzeugen ermitteln • kennen wichtige Modellierungsmethoden für Kraftfahrzeuge • wissen, welche technische Parameter das Fahrverhalten bestimmen • verstehen die physikalisch-technischen Modelle zur Vorhersage des Fahrverhaltens • können diese Modelle in MATLAB implementieren und simulieren • wissen, wie Fahrversuche (Realfahrzeug, Prüfstand) durchgeführt werden • sind in der Lage, Simulations- und Messdaten zu interpretieren 			
Inhalt:			
Die Veranstaltung untergliedert sich in einen Vorlesungs-, Übungs- und Praktikumsanteil.			

<p>In der Vorlesung werden folgende Inhalte vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Einführung• Mathematisch-physikalische Modellierung (Längs-, Quer- und Vertikaldynamik)• Analyse des Fahrverhaltens• Fahrzeugregelsysteme <p>In der Übung werden die Inhalte der Vorlesung durch Rechenaufgaben und numerische Simulationen vertieft.</p> <p>Das Fahrpraktikum mit dem THI-Motorrad umfasst folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Messdatenermittlung- und Auswertung• Straßensimulator• Durchführung von Prüfstandsläufen• Auswertung und Dokumentation der Ergebnisse
<p>Literatur:</p> <p>Verpflichtend: Keine</p> <p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none">• RILL, Georg, 2012. <i>Road vehicle dynamics: fundamentals and modeling</i>. Boca Raton, Fla. [u.a.]: CRC Press, Taylor & Francis. ISBN 978-1-4398-3898-3, 1-439-83898-4• SCHRAMM, Dieter, Manfred HILLER und Roberto BARDINI, 2018. <i>Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen</i>. Berlin ; Heidelberg: Springer Vieweg. ISBN 978-3-662-54480-8• POPP, Karl und Werner SCHIEHLEN, 2010. <i>Ground vehicle dynamics</i>. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-540-24038-9, 978-3-540-68553-1• PACEJKA, Hans Bastiaan und Igo BESSELINK, 2012. <i>Tire and vehicle dynamics</i>. Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-08-097016-5
<p>Anmerkungen:</p> <p>Keine Anmerkungen</p>

Innovative Antriebssysteme			
Modulkürzel:	InnovAnt_M-FT	SPO-Nr.:	12
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Gelner, Alexander		
Dozent(in):	Gelner, Alexander		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	12: Innovative Antriebssysteme (InnovAnt_M-FT)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü/PR - Seminaristischer Unterricht/Übung/Praktikum (InnovAnt_M-FT)		
Prüfungsleistungen:	PF - Portfolio-Prüfung (InnovAnt_M-FT)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach einer erfolgreichen Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterschiedliche Verbrennungsmotormodelle zu unterscheiden, • Berechnungen zum Arbeitsprozess durchzuführen und bewerten, • die thermodynamischen Grundlagen von Motoren zu verstehen und auf die Komplexität der motorischen Zusammenhänge zu transferieren, • das Motorverhalten in Form mathematischer Modelle zu analysieren und die Aussagekraft von verschiedenen Motomodellen zu bewerten, • Auswirkungen von Änderungen an der Motorsteuerung sowohl bei Otto- als auch bei Dieselmotoren zu verstehen, insbesondere in Bezug auf unterschiedliche Kraftstoffeigenschaften von Bio- und synthetischen Kraftstoffen, • Grundlagen des Wasserstoffverbrennungsmotors zu verstehen, • Grundlagen von Brennstoffzellenantrieben zu verstehen, • die wichtigsten Komponenten eines elektrischen Antriebssystems hinsichtlich Ihrer Funktion im Systemverbund Elektroantrieb einzuordnen, 			

- die aktuell in der automotiven Praxis relevanten Typen von elektrischen Traktionsmaschinen nach ihren jeweiligen Vorteilen, Nachteilen und Einsatzgebieten zu beurteilen,
- die Funktionsweise, den Aufbau und die Modellierung von elektrischen Traktionsmaschinen, insb. von permanentmagneterregten Synchronmaschinen (PSM) nachzuvollziehen,
- die Grundlagen der Funktionsweise, des Aufbaus und der Auslegung von wichtigen Teilkomponenten der elektrischen Traktionsmaschine, wie Wicklung und Magnete, zu verstehen,
- die Grundlagen der Funktionsweise und des Aufbaus von DC/DC-Konvertern und Wechselrichtern im Kontext Ihres Einsatzes in Elektrofahrzeugen zu verstehen,
- den Aufbau und die Funktion wichtiger Regelverfahren des elektrischen Fahrzeugantriebs nachzuvollziehen,
- die Interaktion der Einzelkomponenten des elektrischen Fahrzeugantriebs zu verstehen und die sich daraus ergebenden Herausforderungen zu adressieren,
- die relevanten Kernkomponenten des Elektroantriebs überschlägig zu simulieren und anforderungsge-
recht zu dimensionieren,
- vereinfachte, aber ganzheitliche Modelle des Fahrzeugantriebs zu erstellen und für zielgerichtete Simu-
lations- und Optimierungsaufgaben zu nutzen.

Inhalt:

- Verbrennungsmotoren mit nachhaltigen Kraftstoffen
- Thermodynamische Grundlagen und Verbrennung
- Erläuterung grundsätzlicher Zusammenhänge bezüglich Motoreinstellung und Emission
- 0D-/1D-/3D-Simulation des Verbrennungsmotors
- Antriebssysteme mit Brennstoffzellen
- Grundlagen der Elektromobilität
- Grundlagen elektrischer Fahrzeugantriebe
- Traktionsbatterien
- Aufbau und Konstruktion elektrischer Traktionsmaschinen
- Funktion und Berechnung elektrischer Traktionsmaschinen
- Leistungselektronik im Elektrofahrzeug
- Regelung von elektrischen Fahrzeugantrieben
- Elektrische Fahrzeugantriebe als komplexe technische Systeme

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

Keine

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Integrated Safety and Assistance Systems			
Modulkürzel:	IAE_ISAS	SPO-Nr.:	12
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Individuelle Wahlpflichtmodule	1
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Botsch, Michael		
Dozent(in):	Botsch, Michael; Dirndorfer, Tobias		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	12: Integrated Safety and Assistance Systems (IAE_ISAS)		
Lehrformen des Moduls:	12: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (IAE_ISAS)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>After successfully completing the module the students are able</p> <ul style="list-style-type: none"> to explain basic vehicle components that are required for driver assistance systems and for vehicle integrated safety functions to analyze and evaluate state of the art driver assistance systems to describe testing procedures that are used for vehicle active safety functions to explain mathematically the concepts for motion planning that are used in algorithms for driver assistance systems and integrated safety functions to implement basic trajectory planning algorithms in Matlab. 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> Introduction to IS & DAS Examples of Driver Assistance and Integrated Vehicle Safety Systems: Parking Systems, Adaptive Cruise Control, Autonomous Emergency Braking Position and Orientation: Pose, Representing Pose in 2-D and in 3-D Time and Motion: Generation of Trajectories, Rate of Change and Inverse Problem 			

<ul style="list-style-type: none">• Vehicle Motion Models: Decoupled X- and Y-Dynamics, Constant Velocity Model, Constant Steering Angle and Velocity Model, Constant Turn Rate and Acceleration Model, One-Track Model, Two-Track Model• Navigation and Localization
Literatur:
Verpflichtend: Keine Empfohlen: <ul style="list-style-type: none">• KELLY, Alonzo, 2013. <i>Mobile robotics: mathematics, models, and methods</i>. New York, NY: Cambridge Univ. Press. ISBN 978-1-107-03115-9• HEIßING, Bernd, 2011. <i>Chassis handbook: fundamentals, driving dynamics, components, mechatronics, perspectives</i> [online]. Wiesbaden: Vieweg+Teubner PDF e-Book. ISBN 978-3-8348-9789-3. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9789-3.• WINNER, Hermann, HAKULI, Stephan, LOTZ, Felix, SINGER, Christina, 2019-. <i>Handbook of Driver Assistance Systems: Basic Information, Components and Systems for Active Safety and Comfort</i> [online]. Cham: Springer International Publishing PDF e-Book. ISBN 978-3-319-09840-1. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-319-09840-1.• BOTSCH, Michael, UTSCHICK, Wolfgang, 2020. <i>Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren: Methoden der Signalverarbeitung und des maschinellen Lernens</i> [online]. PDF e-Book. ISBN 978-3-446-46804-7.
Anmerkungen:
Keine Anmerkungen

Numerical Methods and Computation Simulation			
Modulkürzel:	NumMetCS_M-RES	SPO-Nr.:	12
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Einsetzungstext ist leer!	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	English	1 semester	only sommer term
Modulverantwortliche(r):	Bschorer, Sabine		
Dozent(in):	Bschorer, Sabine; Horak, Jiri		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	12: Numerical Methods and Computational Simulation (NumMetCS_M-RES)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - lecture with integrated exercises (NumMetCS_M-RES)		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - written exam, 90 minutes (NumMetCS_M-RES)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	None		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
None			
Empfohlene Voraussetzungen:			
None			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • can estimate the error of a numerical approximation of derivatives and use a suitable order of approximation for the given application, • understand the influence of the round-off error and conditioning on the numerical solution of linear algebraic equations and can assess which direct or iterative methods are suitable for the given purpose, • recognize the above methods in the finite difference discretization of the heat equation, can explain consistency, stability and convergence, are able to evaluate the merits of the explicit and implicit approaches, • are familiar with simple implementations of the discussed numerical methods in some widely used computer algebra system (e.g. MATLAB) or programming language • are familiar with the mathematical background of the Finite-Volume method • are able to apply different computational methods like Computational Fluid Dynamics and 1D simulation of thermal and hydraulic processes to problems in renewable energy systems • are able to evaluate and discuss simulation results with respect to theory and experiments 			

Inhalt:

- Numerical approximation of derivatives
- Numerical solution of large systems of linear algebraic equations, round-off error,
- Numerical solution of the linear heat equation
- Introduction into numerical flow simulation theory (computational fluid dynamics, CFD)
- Finite-volume method and its mathematical background
- Application to 3D fluid simulation with commercial software
- Theory of computational simulation of thermal and hydraulic processes
- Thermal and hydraulic simulation in building services engineering
- Computational simulation of thermodynamic processes
- Application to practical problems (computer lab)

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- FERZIGER, Joel H., PERIĆ, Milovan, STREET, Robert L., 2020. *Computational methods for fluid dynamics* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-99693-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99693-6>.
- FERZIGER, Joel H., PERIĆ, Milovan, STREET, Robert L., 2020. *Computational methods for fluid dynamics* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-99693-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99693-6>.
- KAJISHIMA, Takeo, TAIRA, Kunihiko, 2017. *Computational fluid dynamics: incompressible turbulent flows* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-45304-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45304-0>.
- KAJISHIMA, Takeo, TAIRA, Kunihiko, 2017. *Computational fluid dynamics: incompressible turbulent flows* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-45304-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45304-0>.
- ANDERSON, Dale A. und andere, 2021. *Computational fluid mechanics and heat transfer*. Boca Raton ; London ; New York: CRC Press, an imprint of Taylor & Francis Group. ISBN 978-0-8153-5712-4, 978-0-3675-6903-7
- MOUKALLED, F., MANGANI, L., DARWISH, M., 2016. *The finite volume method in computational fluid dynamics: an advanced introduction with OpenFOAM and Matlab* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-16874-6, 978-3-319-16873-9. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16874-6>.
- REDDY, Junuthula Narasimha und David K. GARTLING, 2010. *The finite element method in heat transfer and fluid dynamics*. Boca Raton, Fla. [u.a.]: CRC Press, Taylor & Francis. ISBN 978-1-4398-8257-3
- TURYN, Larry, 2014. *Advanced engineering mathematics*. Boca Raton [u.a.]: CRC Press. ISBN 978-1-4398-3447-3
- STRANG, Gilbert, 2007. *Computational science and engineering*. Wellesley, Ma.: Wellesley-Cambridge Press. ISBN 978-0-9614088-1-7, 0-9614088-1-2
- STRANG, Gilbert. *Mathematical methods for engineers II* [online]. [Zugriff am:]. Verfügbar unter: <https://ocw.mit.edu/courses/18-086-mathematical-methods-for-engineers-ii-spring-2006/>

Anmerkungen:

None

Plant and equipment design in hydrogen technology			
Modulkürzel:	PEDHT_M-WTW	SPO-Nr.:	12
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Akgün, Ertan		
Dozent(in):	Schönberger, Manfred Stefan		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	12: Plant and equipment design in hydrogen technology (PEDHT_M-WTW)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (PEDHT_M-WTW)		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (PEDHT_M-WTW)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • werden mit Darstellungen und Begriffen des Anlagenbaus vertraut gemacht • lernen übliche Fertigungsverfahren des Apparatebaus kennen • lernen verfahrenstechnische Grundoperationen kennen • können Anlagenkonzepte der Wasserstoffkette aus verfahrenstechnischen Grundoperationen entwickeln • lernen erforderliche Bestandteile im Anlagenbau aus dem Projektmanagement und der Vertragsgestaltung kennen • verstehen den Projektablauf zur Herstellung einer verfahrenstechnischen Anlage • können Equipment für Anlagen spezifizieren • können Angebote für Anlagenkomponenten technisch/wirtschaftlich bewerten • können ausgewähltes Equipment designen • können Expediting durchzuführen • lernen die spezifischen Sonderanforderungen an Wasserstoffanlagen und Equipment kennen 			

Inhalt:

Grundlagen der Verfahrenstechnik:

- Einführung
- Dimensionslose Kennzahlen
- Strömungsmechanik (Bernoulli inkl. verlustbehaftete Strömung)
- Wärme und Stoffübertragung
- Grundoperationen Verfahrenstechnik
- Spezialgebiet Wasserstoff

Spezialgebiet Wasserstoff

- Nelson-Diagramm zur Werkstoffauswahl
- Gefährdungen flüssiger Wasserstoff
- Methanol-Synthese
- Haber-Bosch-Verfahren
- Sabatier-Verfahren
- Methanisierung

Anlagenbau:

- Vertragsgestaltung (EPC, Lump-Sum-Turnkey-Vertrag...)
- Randbedingungen des Anlagenbaus
 - Projektlaufzeiten
 - Behördenengineering
 - Marktentwicklung
 - gesellschaftliche Akzeptanz
- Projektierung
- Scale-up
- Projektmanagement
- Dreieck des Projektmanagement; VDI 2222, Zeit und Ressourcenplanung, Long Lead Items
- Darstellung von Chemieanlagen (Blockschema, P&ID, Aufstellungsplanung)
- Montageplanung und Montage

Apparatebau:

- Grundlagen Fertigungstechnik / Fertigungsverfahren
- Produktion von Halbzeugen, Umformung, Fügen, Prüfen etc.
- Rotation Equipment (Pumpen, Kompressoren/Verdichter, Turbinen)
- Static Equipment (Behälter, Wärmeaustauscher, Reaktoren, Membrantechnik, Rohrleitungen)

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- CHRISTEN, Daniel S., 2010. *Praxiswissen der chemischen Verfahrenstechnik: Handbuch für Chemiker und Verfahreningenieure*. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-540-88974-8, 978-3-540-88975-5
- STRYBNY, Jann, 2012. *Ohne Panik Strömungsmechanik!: ein Lernbuch zur Prüfungsvorbereitung, zum Auffrischen und Nachschlagen mit Cartoons* [online]. Wiesbaden: Vieweg & Teubner PDF e-Book. ISBN 978-3-8348-1791-4, 3-8348-1791-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-8341-4>.
- WAGNER, Walter, 2023. *Festigkeitsberechnungen im Apparate- und Rohrleitungsbau*. 10. Auflage. Würzburg: Vogel Communications Group. ISBN 978-3-8343-3527-2, 3-8343-3527-4
- IGNATOWITZ, Eckhard und Fastert GERHARD, . *Chemietechnik*.

Anmerkungen:

- Im Rahmen der Vorlesung können Gastvorträge vorgesehen werden.
- Bonussystem: In der Lehrveranstaltung kann von Studierenden ein Thema bearbeitet und präsentiert werden, das entsprechend seiner qualitativen Ausarbeitung und Präsentation zu Bonuspunkten führt, die zusätzlich auf die Prüfungsleistung angerechnet werden. Bezogen auf die in der Prüfung erreichbaren Punkte sind maximal 10 Prozent Bonuspunkte möglich. Es besteht kein Anspruch auf die Durchführung des Bonussystems im jeweiligen Semester.

Simulation / Numerische Methoden			
Modulkürzel:	SimNuM_MLT	SPO-Nr.:	12
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Horak, Jiri		
Dozent(in):	Horak, Jiri		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	12: Simulation/Numerische Methoden (SimNuM_MLT)		
Lehrformen des Moduls:	12:		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (SimNuM_MLT)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • können die Schritte eines Simulationsprozesses abgrenzen: Bildung des mathematischen Modells, Untersuchung seiner Eigenschaften, Umsetzung in einen am Rechner implementierbaren Algorithmus, Wahl geeigneter Software-Tools, Durchführung von Simulationen, Validierung der Ergebnisse. • sind vertraut mit ausgewählten mathematischen Modellen, z.B. mit wichtigen Typen von gewöhnlichen oder partiellen Differentialgleichungen. • verstehen die Umsetzung einzelner Komponenten eines mathematischen Modells, die insbesondere aus der Differential- und Integralrechnung, der Linearen Algebra und ggf. der Statistik stammen, in eine numerische Methode. • sind in der Lage, die behandelten numerischen Methoden anzuwenden und bei Bedarf anzupassen. • sind vertraut mit einigen Simulationsverfahren, die auf diesen numerischen Methoden aufbauen, z.B. zur numerischen Lösung von Differentialgleichungen. 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Werkzeuge der Differential- und Integralrechnung und der linearen Algebra zur Bildung von mathematischen Modellen in den Ingenieurwissenschaften 			

- Interpolation, numerische Approximation von Ableitungen und Integralen
- Geometrie in Vektorräumen, Orthogonalität, Fourierreihen
- Numerische Verfahren zur Lösung von linearen Gleichungssystemen
- Simulationsverfahren für ausgewählten Probleme, die auf gewöhnlichen oder partiellen Differentialgleichungen basieren (z.B. lineare Transportgleichung, Diffusions-/Wärmeleitungsgleichung)

Literatur:

Verpflichtend:

- HOFFMANN, Armin, Bernd MARX und Werner VOGT, . *Mathematik für Ingenieure 1 und 2*. München [u.a.]: Pearson Studium.
- STRANG, Gilbert, 2010. *Wissenschaftliches Rechnen*. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-540-78494-4, 3-540-78494-2
- STOER, Josef und Roland BULIRSCH, . *Numerische Mathematik 1 und 2*.
- ARENS, Tilo, HETTLICH, Frank, KARPFINGER, Christian, KOCKELKORN, Ulrich, LICHTENEGGER, Klaus, STACHEL, Hellmuth, 2022. *Mathematik* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum PDF e-Book. ISBN 978-3-662-64389-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-64389-1>.

Empfohlen:

- TURYN, Larry, 2014. *Advanced engineering mathematics*. Boca Raton [u.a.]: CRC Press. ISBN 978-1-4398-3447-3
- HAUBER, Frank und Yuri LUCHKO, 2019. *Mathematische Modellierung mit MATLAB und Octave: eine praxisorientierte Einführung*. Berlin: Springer Spektrum. ISBN 978-3-662-59743-9
- PIETRUSZKA, Wolf Dieter, GLÖCKLER, Michael, 2021. *MATLAB und Simulink in der Ingenieurpraxis: Modellbildung, Berechnung und Simulation* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-29740-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-29740-4>.
- THUSELT, Frank und Felix Paul GENNRICH, 2013. *Praktische Mathematik mit MATLAB, Scilab und Octave: für Ingenieure und Naturwissenschaftler*. ISBN 978-3-642-25824-4, 978-3-642-25825-1

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Systems Engineering			
Modulkürzel:	SysEng_M-WTW	SPO-Nr.:	12
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau (SPO SS 17)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
Schwerpunkte:			
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Moll, Klaus-Uwe		
Dozent(in):	Gelner, Alexander; Moll, Klaus-Uwe		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	12: Systems Engineering (SysEng_M-WTW)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (SysEng_M-WTW)		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (SysEng_M-WTW)		
Verwendbarkeit für andere Studiengänge:	Keine		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die grundsätzlichen Ansätze des Systemdenkens zur Entwicklung und Integration von komplexen Systemen • können den Problemlösungsprozess des Systems Engineerings anwenden • können Systeme gestalten, mit Blick auf Systemarchitektur und Konzept • kennen agile und plan-driven methods • können die Gestaltung von Systemen in einem strukturierten Projektmanagement durchführen • können die Vorgehensweise des Systems Engineerings auf Aufgabenstellungen im Bereich Energiesysteme, Systeme für die Gewinnung und Umsetzung von Wasserstoff und Anlagenbau anwenden und umsetzen 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Systemdenken • Problemlösungsprozess des Systems Engineerings • Systemarchitektur und Konzeptentwicklung 			

- Anforderungsanalyse und -management
- Funktionsanalyse und -struktur, Produktlogik
- Systemdesign, -modellierung und -optimierung
- Produktroadmap
- adaptive und modulare Systeme
- Qualitätsmanagement in der Entwicklung von Systemen; Systemverifikation und -validierung
- Projektmanagement
- Kostenmanagement von Projekt und Produkt
- Systemdokumentation
- Systeme in Form von Anlagen, v.a. Anlagen im Bereich der Energie- und der Wasserstofftechnik

Literatur:

Verpflichtend:

- GRÄBLER, Iris, OLEFF, Christian, 2022. *Systems Engineering: Verstehen und industriell umsetzen* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-64517-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-64517-8>.
- , 2016. *NASA systems engineering handbook*. Rev 2. Auflage. [Washington, D.C.]: National Aeronautics and Space Administration.
- FURTERER, Sandra L., 2022. *Systems engineering: holistic life cycle architecture, modeling, and design with real-world applications* [online]. Boca Raton ; London ; New York: CRC Press, Taylor & Francis Group PDF e-Book. ISBN 978-1-00-050959-5, 978-1-003-08125-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1201/9781003081258>.
- HABERFELLNER, Reinhard und andere, 2018. *Systems engineering: Grundlagen und Anwendung*. 14. Auflage. Zürich: Orell Füssli Verlag. ISBN 978-3-280-09215-6
- EISNER, Howard, 2022. *Tomorrow's Systems Engineering*. Milton: Taylor & Francis Group.
- MAIER, Anja, OEHMEN, Josef, VERMAAS, Pieter E., 2022. *Handbook of Engineering Systems Design* [online]. Cham: Springer International Publishing PDF e-Book. ISBN 978-3-030-81159-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-81159-4>.

Empfohlen:

- VANEK, Francis M., Louis D. ALBRIGHT und Largus T. ANGENENT, 2022. *Energy Systems Engineering: Evaluation and Implementation*. New York, Chicago, San Francisco: McGraw Hill.
- DOUGLASS, Bruce Powel, 2021. *Agile model-based systems engineering cookbook: improve system development by applying proven recipes for effective agile systems engineering*. Birmingham ; Mumbai: Packt. ISBN 978-1-83921-814-9 <https://portal.igpublish.com/iglibrary/search/PACKT0005920.html>

Anmerkungen:

Bonussystem: In der Lehrveranstaltung können von Studierenden Aufgaben bearbeitet und präsentiert werden, was entsprechend seiner qualitativen Ausarbeitung und Präsentation zu Bonuspunkten führt, die zusätzlich auf die Prüfungsleistung angerechnet werden. Bezogen auf die in der Prüfung erreichbaren Punkte sind maximal 10 Prozent Bonuspunkte möglich. Es besteht kein Anspruch auf die Durchführung des Bonussystems im jeweiligen Semester.