

Modulhandbuch

WS 2026/27

Technische Entwicklung im Maschinenbau

Master

Fakultät Maschinenbau

Studien- und Prüfungsordnung: SS 2017

Stand: 17.07.2026

Inhalt

1	Übersicht	3
2	Einführung.....	4
2.1	Zielsetzung	5
2.2	Zulassungsvoraussetzungen	6
2.3	Zielgruppe	7
2.4	Studienaufbau	8
2.5	Vorrückungsvoraussetzungen.....	9
2.6	Konzeption und Fachbeirat	10
3	Qualifikationsprofil	11
3.1	Leitbild	12
3.2	Studienziele	13
3.2.1	Fachspezifische Kompetenzen des Studiengangs	14
3.2.2	Fachübergreifende Kompetenzen des Studiengangs.....	15
3.2.3	Prüfungskonzept des Studiengangs	16
3.2.4	Anwendungsbezug des Studiengangs.....	17
3.2.5	Beitrag einzelner Module zu den Studiengangzielen.....	18
3.3	Mögliche Berufsfelder	20
4	Duales Studium.....	21
5	Modulbeschreibungen.....	22
5.1	Allgemeine Pflichtfächer.....	23
	Verbundwerkstoffe	24
	CAE.....	27
	Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik	29
	Leichtbau	31
	Korrosion- und Oberflächentechnik.....	33
	Mehrkörpersysteme	35
	Mechatronik	37
	Wissenschaftliches Arbeiten	39
	Masterarbeit	41
5.2	Profilbildende Wahlpflichtmodule	43
	Adaptive Systeme	44
	Akustik	46
	Getriebe	49
	Versuchstechnik.....	51
5.3	Individuelle Wahlpflichtmodule.....	53
	Aerodynamische Methoden	54
	Autonomes Fliegen	56
	CFD.....	58
	DOE / Datenanalyse	60
	Electrolysis and Fuel Cell Technology	62
	Fahrzeugsicherheit.....	64
	Funktionswerkstoffe und ressourceneffizientes Engineering	66
	Hydrogen Economy.....	68

Hydrogen Safety and Standardization.....	70
Hydrogen Storage and Transportation	72
Langzeitverhalten der Werkstoffe.....	74
Metallische Leichtbauwerkstoffe	76
Motorsport.....	78
Unfallrekonstruktion	80
Werkstofftechnologie.....	82
Knowledge Modeling and Machine Learning	84

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 Promotionsstudien-der 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 selbstständig 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 Studienumfang 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.

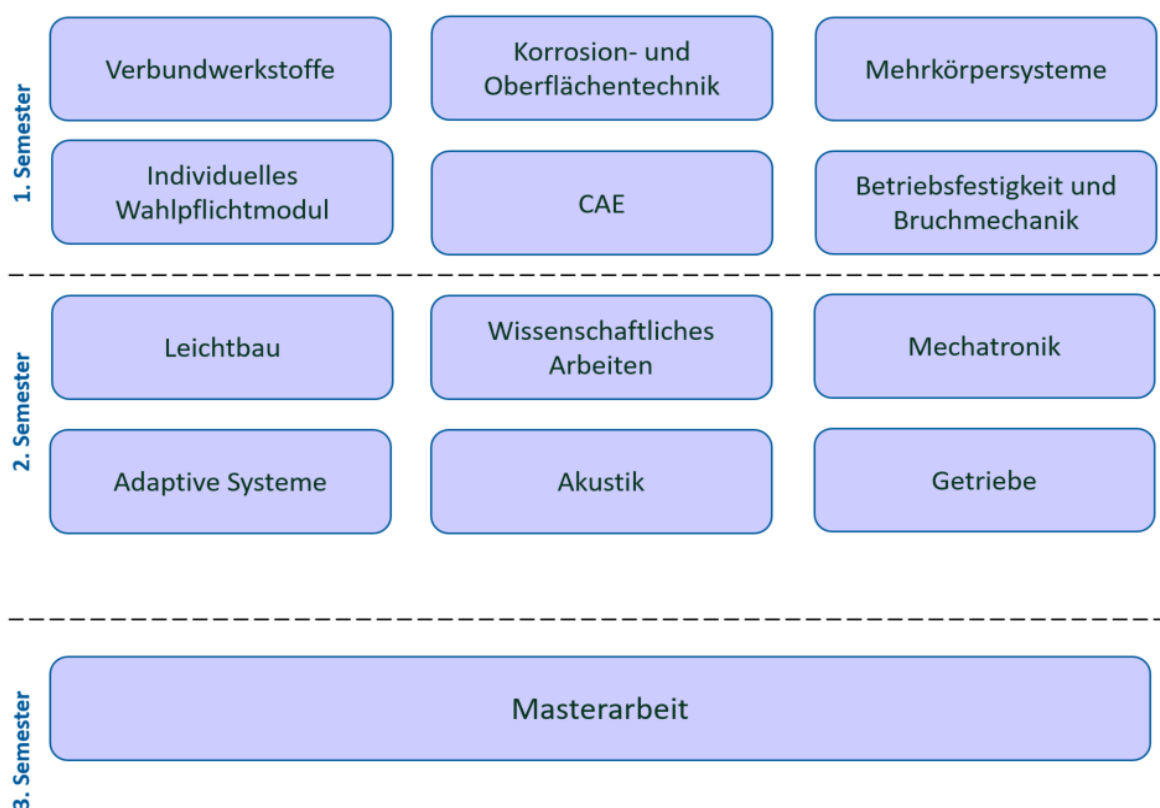
2.4 Studienaufbau

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

Gemäß SPO und APO: keine

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

19

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 Studiengangkonzept 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 in der Immatrikulationssatzung 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 Modulbeschreibungen.

5 Modulbeschreibungen

5.1 Allgemeine Pflichtfächer

Verbundwerkstoffe			
Modulkürzel:	VerbWkst_M-TE	SPO-Nr.:	1
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Pflichtfach	1
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:	Verbundwerkstoffe (VerbWkst_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - Seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (VerbWkst_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden - können den Aufbau langfaserverstärkter Verbundwerkstoffe sowie die Wechselwirkungen zwischen Faser, Matrix, Grenzfläche und Faserarchitektur auf Master-Niveau analysieren und für Leichtbauanwendungen einordnen. - sind in der Lage, Faser- und Matrixwerkstoffe sowie geeignete Laminataufbauten unter Berücksichtigung von Steifigkeit, Festigkeit, Temperatur, Feuchte, Glasübergangstemperatur und Fertigungsrandbedingungen auszuwählen und zu bewerten. - können mit Methoden der Mikromechanik und der klassischen Laminattheorie Steifigkeiten, Spannungs- und Dehnungszustände von Composite-Strukturen berechnen und die Ergebnisse kritisch interpretieren. - sind in der Lage, Versagens- und Schädigungsmechanismen von Faserverbundwerkstoffen zu identifizieren, geeignete Festigkeitskriterien anzuwenden und deren Aussagekraft sowie Grenzen zu beurteilen. - können duroplastische und thermoplastische Fertigungsverfahren sowie Fügetechniken für Faserverbundbauteile vergleichen und daraus werkstoff-, fertigungs- und anwendungsgerechte Auslegungsentscheidungen ableiten.			
Inhalt:			
- Aufbau und Grundprinzipien langfaserverstärkter Profil- und Flächentragwerke - Faserwerkstoffe, Matrixsysteme und Grenzflächen: Carbon, E-Glas, Aramid, Bor, Basalt, Epoxidharze, PUR und Thermoplaste - Mikromechanik, UD-Schicht, Orthotropie, Faser- und Matrixanteile sowie makromechanische Kennwerte			

- Klassische Laminattheorie, Koordinatentransformation, Steifigkeitsmatrizen und Berechnung von Spannungs- und Dehnungszuständen
- Symmetrische und ausgeglichene Lamine, Kopplungseffekte, Plattentheorie und Grundlagen der Sandwichbauweise
- Schadensmechanismen und Festigkeitsbewertung: Faserbruch, Matrixbruch, Delamination, interlaminares Scherversagen und Ply-by-ply-Betrachtung
- Festigkeitskriterien und Versagensmodelle für Compositewerkstoffe, z. B. Tsai-Hill, Tsai-Wu, Puck und weitere Ansätze der Kontinuumsmechanik
- Einfluss von Temperatur, Feuchte, Aushärtung, Glasübergangstemperatur und Grenzflächenhaftung auf mechanische Verbundeigenschaften
- Duroplastische Fertigungsverfahren: Handlaminieren, Vakuumsackverfahren, RTM, DP-RTM, Autoklav, Prepreg, Wickeln, Tapelegen und Pultrusion
- Thermoplastische Fertigungsverfahren und Halbzeuge: Organobleche, LFT-G, LFT-D, GMT, Thermopressen, SMC und BMC
- Verbindungsarten, Fügetechniken, Reparatur- und Prüf Aspekte von Faserverbundbauteilen
- Praxisnahe Bauteilbeispiele und Auslegung von Composite-Strukturen mit Schwerpunkt Fahrzeug- und Luftfahrttechnik

Literatur:

Verpflichtend:

- ALTENBACH, Holm, Johannes ALTENBACH und Wolfgang KISSING, 2018. *Mechanics of composite structural elements*. Heidelberg; Berlin: Springer. ISBN 978-981-10-8934-3, 981-10-8934-5.
- PUCK, Alfred, 1996. *Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten: Modelle für die Praxis*. München; Wien: Hanser. ISBN 3-446-18194-6.
- JONES, Robert M., 1999. *Mechanics of composite materials*. Philadelphia, PA: Taylor & Francis. ISBN 1-56032-712-X.
- EHRENSTEIN, Gottfried W., 2006. *Faserverbund-Kunststoffe: Werkstoffe, Verarbeitung, Eigenschaften* [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>.

Empfohlen:

- BERGMANN, Heinrich W., 1992. *Konstruktionsgrundlagen für Faserverbundbauteile*. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 3-540-54628-6, 0-387-54628-6.
- NEITZEL, Manfred, 2014. *Handbuch Verbundwerkstoffe: Werkstoffe, Verarbeitung, Anwendung* [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. *Composite materials: science and engineering*. Cham, Switzerland: Springer. ISBN 978-3-030-28985-0, 978-3-030-28982-9.
- WITTEN, Elmar, ASSMANN, Wolfgang, 2013. *Handbuch Faserverbundkunststoffe - Composites: Grundlagen, Verarbeitung, Anwendungen* [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>.
- NIU, Chunyun, 2010. *Composite airframe structures: practical design information and data*. Hong Kong: Conmilit Press. ISBN 978-962-7128-11-3, 962-7128-11-2.
- PETERS, Stan T., 1998. *Handbook of composites*. London [u.a.]: Chapman & Hall. ISBN 0-412-54020-7.
- SCHÜRMANN, Helmut, 2007. *Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden: 39 Tabellen* [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>.
- SCHÜRMANN, 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>.
- 2012. *Composites Materials Handbook*. [Warrendale, Pa.]: SAE International. ISBN 978-1-4686-0635-5

		M-TE (SPO SS 2017)
		MHB: WS 2026/27

- N.N., *Handbuch Strukturberechnung (HSB)*.
- N.N., 2021. *Luftfahrttechnisches Handbuch - Faserverbund Leichtbau (LTH-FL)* . Ausgabe 2021. Auflage. Ottobrunn: IABG.
- N.N., *VDI2014: Entwicklung von Bauteilen aus Faserverbund, Teil 1-3*.
- N.N., Aktuelle Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge: Composite World, Flight International.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

CAE			
Modulkürzel:	CAE_M-TE	SPO-Nr.:	2
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. - richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwick- lung im Maschinenbau	Pflichtfach	1
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:	CAE (CAE_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Pr - Seminaristischer Unterricht/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (CAE_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden sind in der Lage, • verschiedene Techniken des Computer Aided Engineering (CAE) hinsichtlich ihrer Grundprinzipien, Einsatzbereiche und Grenzen einzuordnen und für technische Problemstellungen geeignete Methoden auszuwählen. • CAE-Methoden als Bestandteil der virtuellen Produktentwicklung zu bewerten und reale mechanische Strukturen in geeignete numerische Modelle zu überführen. • Zusammenhänge der Kontinuumsmechanik mathematisch zu formulieren und die dafür erforderlichen Methoden der Linearen Algebra, Tensorrechnung, Vektoranalysis und numerischen Mathematik sicher anzuwenden. • physikalische Feldprobleme mathematisch zu beschreiben, numerisch zu diskretisieren und für technische Simulationsaufgaben zu interpretieren. • die Finite-Elemente-Methode einschließlich isoparametrischer Elemente und Formfunktionen höherer Ordnung auf strukturmechanische und strukturdynamische Problemstellungen anzuwenden sowie weitere CAE-Methoden wie Finite-Differenzen-, Finite-Volumen- und Boundary-Element-Methoden einzuordnen. • gekoppelte thermomechanische Problemstellungen, nichtlineare Simulationen, Werkstoffmodelle und Optimierungsaufgaben zu modellieren und die Simulationsergebnisse kritisch zu bewerten. • ausgewählte CAE-Anwendungen wie Crashberechnung, Strukturdynamik und numerische Strömungssimulation hinsichtlich Modellbildung, Randbedingungen, Lösungsverfahren und Ergebnisqualität zu analysieren. • technische Simulationsaufgaben eigenständig oder im Team mit geeigneter CAE-Software zu bearbeiten, die Ergebnisse nachvollziehbar aufzubereiten, zu präsentieren und hinsichtlich			

Plausibilität, numerischer Genauigkeit, Verifikation, Validierung, Unsicherheiten und technischer Relevanz kritisch zu beurteilen.

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
- Gekoppelte Probleme – Wärmeleitung und Thermoelastizität
- CAE-Anwendungen im Bereich Strukturdynamik
- Nichtlineare Simulationen
- Simulation des Werkstoffverhaltens (Plastizität, Homogenisierung, FVK)
- Optimierung
- Weitere CAE-Methoden (FDM, BEM, FVM)
- Ausgewählte weitere CAE-Anwendungen wie z.B. Crashberechnung, numerische Strömungssimulation
- 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.:	3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Pflichtfach	1
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:	Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik (BFuBM_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - Seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (BFuBM_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden sind in der Lage:			
• die grundlegenden Mechanismen der Ermüdungsfestigkeit zu erläutern, deren Bedeutung für die betriebsfeste Auslegung von Bauteilen einzuordnen sowie die Begriffe „Beanspruchung“ und „Beanspruchbarkeit“ fachlich korrekt anzuwenden und deren Zusammenspiel bei der Bewertung der Bauteillebensdauer zu analysieren. • experimentelle und numerische Methoden zur Beanspruchungsermittlung auszuwählen, anzuwenden und hinsichtlich ihrer Aussagekraft zu bewerten. • praxisrelevante Prüfverfahren der Betriebsfestigkeit zu beschreiben, deren Einsatzbereiche zu beurteilen und Versuchsergebnisse kritisch auszuwerten. • Last-Zeit-Verläufe mit geeigneten Zählverfahren auszuwerten, Lastkollektive abzuleiten und deren Bedeutung für die Lebensdaueranalyse zu beurteilen. • die grundlegenden Konzepte der Bruchmechanik zu erklären und auf die Bewertung rissbehalteter Bauteile anzuwenden. • Lebensdauer- und Restlebensdauerabschätzungen von Bauteilen auf Basis geeigneter betriebsfester und bruchmechanischer Methoden durchzuführen und die Ergebnisse hinsichtlich Annahmen, Unsicherheiten und technischer Relevanz kritisch zu bewerten.			
Inhalt:			
• Einführung in die Ermüdungsfestigkeit • Konzept der betriebsfesten Auslegung von Bauteilen • Beanspruchungsermittlung mittels Messung und Simulation • Last-Zeit-Verläufe, Zählverfahren und Lastkollektive			

- Grundlagen der Beanspruchbarkeit
- 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:

- RADAJ, Dieter, VORMWALD, Michael, 2007. *Ermüdungsfestigkeit: Grundlagen für Ingenieure* [online]. Berlin [u.a.]: Springer. PDF e-Book. ISBN 978-3-540-71458-3, 978-3-540-71459-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-71459-0>.

Empfohlen:

- RICHARD, Hans Albert, SANDER, Manuela, 2016. *Fatigue crack growth: detect - assess - avoid* [online]. [Cham]: Springer. PDF e-Book. ISBN 978-3-319-32534-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-32534-7>.
- GROSS, Dietmar, SEELIG, Thomas, 2018. *Fracture Mechanics: With an Introduction to Micro-mechanics* [online]. Cham: Springer International Publishing. PDF e-Book. ISBN 978-3-319-71090-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71090-7>.
- GÖTZ, Sebastian, EULITZ, Klaus-Georg, 2022. *Betriebsfestigkeit: Bauteile sicher auslegen!* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg. PDF e-Book. ISBN 978-3-658-38511-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-38511-8>.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Leichtbau			
Modulkürzel:	Leichtbau_M-TE	SPO-Nr.:	4
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Pflichtfach	2
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:	Leichtbau (Leichtbau_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - Seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Leichtbau_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden - 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:			
- 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*. [s.l.]: Vieweg.
- 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://online-library.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527649921>.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Korrosion- und Oberflächentechnik

Modulkürzel:	KorOT_M-TE	SPO-Nr.:	5
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Pflichtfach	1
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:	Korrosion- und Oberflächentechnik (KorOT_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - Seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (KorOT_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • Korrosionsvorgänge anhand thermodynamischer und kinetischer Einflussgrößen zu analysieren, Korrosionsformen zu klassifizieren und Schadensursachen zu bewerten sowie Auswirkungen auf Bauteillebensdauer, Wartungsbedarf und Ressourceneinsatz abzuleiten. • Korrosionsprüfungen einschließlich elektrochemischer Methoden für konkrete Fragestellungen auszuwählen, deren Aussagegrenzen zu beurteilen und Prüfergebnisse zur Abschätzung von Lebensdauer, Instandhaltungsstrategien und Ressourcenschonung kritisch zu überprüfen. • korrosionsbeständige Werkstoffe aus den Gruppen der Leichtmetalle, hochlegierten Stähle sowie Nickel- und Kupferbasiswerkstoffe hinsichtlich Einsatzgrenzen, Sonderkorrosionsformen, Kosten, Verfügbarkeit, Rezyklierbarkeit und Ressourceneffizienz zu bewerten und werkstoffsparende Lösungen für anspruchsvolle Anwendungsfälle auszuwählen. • Beschichtungen, Überzüge und Vorbehandlungen anhand von Bauteilgeometrie, Umgebungsbedingungen, Fertigungsrandbedingungen und Anforderungsprofil sowie unter Berücksichtigung von Schichtdicke, Stoff- und Energieeinsatz, Reparierbarkeit, Recyclingfähigkeit und Umweltwirkungen zu beurteilen und geeignete Oberflächenschutzverfahren begründet festzulegen. • korrosionskritische Schwachstellen in Konzept-, Konstruktions- und Fertigungsentwürfen zu identifizieren und konstruktive, fügetechnische und prozessbezogene Maßnahmen zur Lebensdauerverlängerung, zur Reduktion von Ausschuss, Nacharbeit und Ersatzteilbedarf sowie zur ressourcenschonenden Instandhaltung abzuleiten.			
Inhalt:			
• Thermodynamische und kinetische Grundlagen der Korrosion			

- Korrosionsformen, Korrosionsursachen, Schadensmechanismen
- Elektrochemische Methoden und Korrosionsprüfung zur Bewertung von Lebensdauer, Wartungsbedarf und Ressourcenschonung
- Mechanische Einflüsse auf das Korrosionsgeschehen und deren Bedeutung für Lebensdauer-Verlängerung und Ressourceneffizienz
- Korrosionsbeständige Leichtmetalle, hochlegierte Stähle sowie Nickel- und Kupferbasiswerkstoffe mit Einsatzgrenzen auch im Hinblick auf Sonderkorrosionsformen, Verfügbarkeit
- Werkstoffauswahl unter Berücksichtigung von Kosten, Ressourceneffizienz, Rezyklierbarkeit und Substitutionsmöglichkeiten
- Beschichtungen, Vorbehandlungen, metallische und nichtmetallische Überzüge sowie zugehörige Verfahren und Werkstoffsysteme
- Ressourceneffiziente Auslegung von Oberflächenschutzsystemen unter Berücksichtigung von Schichtdicke, Stoff- und Energieeinsatz, Reparaturfähigkeit und Recyclingaspekten
- Konstruktiver Korrosionsschutz, materialeffiziente Bauteilgestaltung und reparaturgerechte Auslegung
- Fügetechnik, Prozessfolge und fertigungsbedingte Einflüsse auf Ausschuss, Nacharbeit und Korrosionsschutz

Literatur:

Verpflichtend:

- WENDLER-KALSCH, Elsbeth und Hubert GRÄFEN, 2012. *Korrosionsschadenkunde*. Berlin [u.a.]: Springer Vieweg. ISBN 3-642-30430-3, 978-3-642-30430-9.
- MAIER, Hans Jürgen, NIENDORF, Thomas, BÜRGE, Ralf, 2025. *Handbuch Hochtemperatur-Werkstofftechnik: Grundlagen, Werkstoffbeanspruchungen, Hochtemperaturlegierungen und -beschichtungen* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. PDF e-Book. ISBN 978-3-658-47443-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-47443-0>.

Empfohlen:

- TOSTMANN, Karl-Helmut, 2017. *Korrosionsschutz in Theorie und Praxis: mit 223 Abbildungen und 27 Tabellen* [online]. Bad Saulgau: Leuze Verlag. PDF e-Book. ISBN 978-3-87480-304-5. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.12850/9783874803045>.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Mehrkörpersysteme

Modulkürzel:	MKS_M-TE	SPO-Nr.:	6
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Pflichtfach	1
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:	Mehrkörpersysteme (MKS_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - Seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (MKS_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung ...			
• verstehen die Studierenden, in welchen technischen Anwendungen Mehrkörpersysteme relevant sind und zu welchen Zwecken sie eingesetzt werden. • beherrschen sie die grundlegenden Konzepte der räumlichen Kinematik und Kinetik einzelner starrer Körper. • kennen sie verschiedene Parametrisierungen von Rotationen, insbesondere Eulerwinkel, Kardanwinkel, Rotationsmatrizen, Eulerparameter und Drehzeiger. • erkennen sie die Notwendigkeit kinematischer Bindungen und können diese mathematisch auf Lage-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsebene formulieren. • sind sie in der Lage, implizite Bindungsgleichungen für Standardgelenke aufzustellen. • verstehen sie den Unterschied zwischen expliziten und impliziten Bindungsgleichungen. • können sie für einzelne starre Körper den Kräftesatz und den Momentensatz für räumliche Bewegungen formulieren, interpretieren und anwenden. • sind sie mit der Beschreibung mechanischer Systeme in Absolut- und Minimalkoordinaten vertraut. • können sie Bewegungsgleichungen für Systeme starrer Körper mit unterschiedlichen Methoden herleiten. • beherrschen sie die Formulierung, Auswertung und Anwendung der Lagrangesche Gleichung I. Art. • können sie die projektive Newton-Euler-Gleichung anwenden und interpretieren.			

- sind sie in der Lage, die Lagrangesche Gleichung II. Art zu formulieren, auszuwerten und anzuwenden.
- wissen sie, wie nichtlineare Bewegungsgleichungen linearisiert werden.
- können sie Mehrkörpersysteme eigenständig in MATLAB modellieren und simulieren.

Inhalt:

Die Lehrveranstaltung untergliedert sich in einen Vorlesungs- und einen Übungsanteil.

In der *Vorlesung* werden folgende Inhalte vermittelt.

- Einführung
- Mathematische Grundlagen
- Kinematik des starren Körpers
- Dynamik des starren Körpers
- Bindungen in Mehrkörpersystemen
- Dynamik von Mehrkörpersystemen

In der *Übung* werden die Inhalte der Vorlesung durch Rechenaufgaben und numerische Simulationen vertieft.

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- WOERNLE, Christoph, 2016. *Mehrkörpersysteme: eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper*. Berlin; Heidelberg: Springer Vieweg. ISBN 978-3-662-46686-5.
- RILL, Georg und Thomas SCHAEFFER, 2014. *Grundlagen und Methodik der Mehrkörpersimulation: vertieft in Matlab-Beispielen, Übungen und Anwendungen*. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-06083-1, 978-3-658-06084-8.
- SHABANA, Ahmed A., 2005. *Dynamics of multibody systems*. Cambridge; New York: Cambridge University Press. ISBN 9781107337213.
- EICH-SOELLNER, Edda und Claus FÜHRER, 1998. *Numerical Methods in Multibody Dynamics*. Wiesbaden: Springer. ISBN 978-3-663-09830-0.
- NIKRAVESH, Parviz E., 1988. *Computer-Aided Analysis of Mechanical Systems*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- ROBERSON, Robert E. und Richard SCHWERTASSEK, 1988. *Dynamics of Multibody Systems*. Berlin: Springer.
- SCHIEHLEN, Werner, EBERHARD, Peter, 2020. *Technische Dynamik: Aktuelle Modellierungs- und Berechnungsmethoden auf einer gemeinsamen Basis* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg. PDF e-Book. ISBN 978-3-658-31373-9. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-31373-9>.
- HAHN, Hubert, 2002. *Rigid Body Dynamics of Mechanisms - 1 Theoretical Basis*. Berlin: Springer.
- FEATHERSTONE, Roy, 2008. *Rigid body dynamics algorithms*. New York: Springer. ISBN 978-0-387-74314-1, 978-0-387-74315-8.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Mechatronik			
Modulkürzel:	Mechatro_M-TE	SPO-Nr.:	7
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. - richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwick- lung im Maschinenbau	Pflichtfach	2
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:	Mechatronik (Mechatro_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/P - Seminaristischer Unterricht/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Mechatro_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage • die Eigenschaften von Sensoren und Aktoren für mechatronische Anwendungen zu beurteilen. • die Vor-/ und Nachteile von verschiedenen industriellen Bussystemen für den jeweiligen Ein- satzfall zu bewerten und deren Einsatz zu konzipieren. • den Einsatz von industriellen Steuergeräten und Mikrocontrollern zu planen. • Modelle für die zu regelnden Systeme zu entwickeln. • einen zeitdiskreten Regelkreis zu entwerfen und einen zeitdiskreten Regler zu implementieren. • gelernte Methoden auf ähnliche Probleme der Mechatronik im Fahrzeugumfeld anzuwenden. • selbstständig und im Team Themen der Mechatronik auszuarbeiten und zu hinterfragen.			
Inhalt:			
Definition, Merkmale und Grundprinzipien der Mechatronik Sensoren • Klassifikation und Eigenschaften, Signalformen, Signalaufbereitung • Messkette, integrierte und intelligente Sensorik • Messung von typischen Größen in mechatronischen Anwendungen Aktoren • Übersicht, Klassifikation, Eigenschaften, Einsatzbereiche industrielle Bussystemen			

Prinzipien der Modellbildung mechanischer, elektrischer, hydraulischer und pneumatischer Systeme

industrielle Steuergeräte und Mikrocontroller, deren Aufbau und Schnittstellen

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.:	10
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Pflichtfach	2
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	Winter- und Sommersemester
Modulverantwortliche(r):	Bienert, Jörg		
Dozent(in):	Akgün, Ertan; Bienert, Jörg; Binder, Thomas; Burger, Uli; Diel, Sergej; Elsbacher, Gerhard; Gaull, Andreas; Gelner, Alexander; Göllinger, Harald; Helmer, Thomas; Horak, Jiri; Kerschenlohr, Annegret; Költzsch, Konrad; Moll, Klaus-Uwe; Oberhauser, Simon; Suchandt, Thomas; Tetzlaff, Ulrich		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 2.5 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	30 h	
	Selbststudium:	95 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Wissenschaftliches Arbeiten (WisArb_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	S - Seminar		
Prüfungsleistungen:	SA mit Koll - Seminararbeit mit Kolloquium, Dauer 15 Minuten, schriftliche Ausarbeitung 8-15 Seiten, Präsentation 15-20 Folien (WisArb_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Bei der schriftlichen Ausarbeitung der Seminararbeit sind Stellen, bei denen KI gestützte Formulierungshilfen verwendet wurden, entsprechend zu kennzeichnen.		
Empfohlene Voraussetzungen:			
selbstorganisiertes Arbeiten, Literaturrecherchen, ggf. Programmierkenntnisse			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden sollen zu selbständigem wissenschaftlichem Arbeiten befähigt werden. Das zu bearbeitende Thema muss einem wissenschaftlichen Anspruch auf Masterniveau gerecht werden soll und einen aktuellen Bezug zur Forschung haben. Die Studierenden: • 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.			

- 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:

- Literaturrecherche
- Praktische Umsetzung, Experimente und anschließende Analyse
- Simulationen
- eigene, auch computergestützte Berechnungen
- Anwendung der Methoden auf eigene Beispiele

Literatur:

Wird zu Beginn bekannt gegeben

Anmerkungen:

Die Organisationsform wird vom Dozierenden festgelegt.

Es ist die Themenvergabe an einzelne Studierende, an Kleingruppen oder auch an ein Projektteam möglich.

Prüfung:

- 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.:	11
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Pflichtfach	
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:	Masterarbeit (MA_TE)		
Lehrformen des Moduls:			
Prüfungsleistungen:	MA - Master-Abschlussarbeit, Umfang 60-80 Seiten (MA_TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
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. - wenden computergestützte Methoden auf dem aktuellen Stand der Technik für die Bearbeitung von Ingenieuraufgaben an. - sind außerdem fähig, die Ergebnisse in fachliche und fächerübergreifende Zusammenhänge einzuordnen und sie in Form einer wissenschaftlichen Arbeit darzustellen. - arbeiten sich selbstständig in ein definiertes Thema und diskutieren kompetent darüber.			
Inhalt:			
Die Bearbeitung der Themenstellung erfolgt in einem strukturierten Prozess. - 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:

Wird zu Beginn bekannt gegeben

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

5.2 Profilbildende Wahlpflichtmodule

Adaptive Systeme			
Modulkürzel:	Adapt_M-TE	SPO-Nr.:	8.2
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. - richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwick- lung im Maschinenbau	Profilbildende Wahlpflichtmo- dule	2
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:	Adaptive Systeme (Adapt_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Adapt_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden • 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 bestim- men.			
Inhalt:			
• Fuzzy Regler • Künstliche neuronale Netze • Beobachter und erweiterter Beobachter • 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.:	8.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. - richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwick- lung im Maschinenbau	Profilbildende Wahlpflichtmo- dule	2
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:	Akustik (Akust_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	mdIP15 - mündliche Prüfung, 15 Minuten (Akust_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • die physikalischen Grundlagen akustischer Feldgrößen zu analysieren, deren Zusammenhänge mathematisch zu formulieren und auf komplexe akustische Fragestellungen anzuwenden. • Pegel unterschiedlicher Signalarten unter Berücksichtigung zeitlicher und spektraler Eigenschaften sowie normgerechter Bewertungsfilter sicher zu berechnen und zu interpretieren. • die Ausbreitung von Schallwellen auf Grundlage der Wellengleichung und weiterer partieller Differentialgleichungen – einschließlich dreidimensionaler Problemstellungen – mathematisch zu beschreiben, geeignete Lösungsansätze auszuwählen und Weg-Zeit-Beziehungen herzuleiten. • akustische Messverfahren einschließlich digitaler Messdatenerfassung, Signalverarbeitung und Frequenzanalyse hinsichtlich ihrer Eignung für unterschiedliche Aufgabenstellungen auszuwählen, zu konfigurieren, durchzuführen und die Ergebnisse kritisch zu bewerten. • Anforderungen des technischen und gesetzlichen Lärmschutzes in geeignete akustische Kenngrößen und Messgrößen zu überführen sowie Messergebnisse normgerecht zu interpretieren. • psychoakustische Wirkmechanismen des Hörens zu analysieren und für unterschiedliche Anwendungsfälle geeignete psychoakustische Kenngrößen und Bewertungsverfahren auszuwählen. • Schallentstehung, Schallausbreitung und Schallübertragung in Kraftfahrzeugen systematisch zu analysieren sowie geeignete Maßnahmen zur Schallminderung hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu bewerten.			

- die physikalischen Wirkprinzipien von Schalldämmung und Schallabsorption quantitativ zu beschreiben, mathematisch zu modellieren und deren Einfluss auf akustische Systeme zu berechnen.
- die Beiträge einzelner Fahrzeugkomponenten zur Gesamtfahrzeugakustik zu analysieren, Wechselwirkungen zwischen den Komponenten zu bewerten und daraus Maßnahmen zur Optimierung des akustischen Gesamtsystems abzuleiten.

Inhalt:

- Grundlagen des Schallfelds (Luft- und Körperschall)
- Wellenausbreitung
- mathematische Beschreibung mit partiellen Differenzialgleichungen (1D und 3D)
- Elementarstrahler
- Spektrale Darstellungen
- Schallabsorption
- Fahrzeugakustik Grundlagen
- Schallwahrnehmung
- Messtechnik-Körperschall
- Vibroakustische Simulationen
- 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* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. PDF e-Book. ISBN 978-3-658-18520-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-18520-6>.

Empfohlen:

- FAHY, Frank, 2005, 2001. *Foundations of engineering acoustics*. San Diego, Calif.: Elsevier Academic Press. ISBN 978-0-08-050683-8, 0-08-050683-6.
- ZOLLNER, Manfred, ZWICKER, Eberhard, 1993. *Elektroakustik* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. PDF e-Book. ISBN 978-3-642-58003-1, 978-3-540-56600-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-58003-1>.
- MÖSER, Michael und andere, 2010. *Körperschall: physikalische Grundlagen und technische Anwendungen*. Heidelberg [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-540-40336-4, 3-540-40336-1.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Getriebe

Modulkürzel:	Getriebe_M-TE	SPO-Nr.:	8.1
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Profilbildende Wahlpflichtmodule	2
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:	Getriebe (Getriebe_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - Seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Getriebe_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden - analysieren Getriebe für unterschiedliche stationäre und mobile Anwendungen zielgerichtet und ordnen deren Einsatzbereiche ein. - analysieren und synthetisieren auch komplexe Getriebestrukturen systematisch und anwendungsorientiert. - beurteilen und bewerten Verzahnungen hinsichtlich Auslegung und Tragfähigkeit auf Grundlage rechnerischer Nachweise. - evaluieren und bewerten die Qualität von Verzahnungen anhand technischer Kriterien und Qualitätsmerkmale. - analysieren Schadensbilder an Getrieben, beurteilen deren Ursachen und bewerten geeignete Maßnahmen zur Vermeidung.			
Inhalt:			
Getriebekonzepte - Bauarten von Industrie-, Anlagen- und Fahrzeuggetrieben - Auslegung von Getrieben - Verzahnungsberechnung - Verzahnungstoleranzen - Herstellung von Verzahnungen - Schadensbilder an Getrieben			

Praktikum
Literatur:
Verpflichtend: • NAUNHEIMER, Harald, BERTSCHE, Bernd, RYBORZ, Joachim, NOVAK, Wolfgang, FIETKAU, Peter, 2019. <i>Fahrzeuggetriebe: Grundlagen, Auswahl, Auslegung und Konstruktion</i> [online]. Berlin; Heidelberg: Springer Vieweg. PDF e-Book. ISBN 978-3-662-58883-3. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-662-58883-3. Empfohlen: • NIEMANN, G. und H. WINTER, 1989. <i>Maschinenelemente Bd. 2</i>. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer. ISBN 978-3540111498. • DECKER, Karl-Heinz, Frank RIEG und Karlheinz KABUS, 2024. <i>Decker Maschinenelemente - Aufgaben</i>. 17. Auflage. München: Hanser. ISBN 978-3-446-47332-4.
Anmerkungen:
Im Rahmen der Vorlesung sind Gastvorträge vorgesehen.

Versuchstechnik			
Modulkürzel:	VersT_M-TE	SPO-Nr.:	8.4
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Profilbildende Wahlpflichtmodule	2
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:	Versuchstechnik (VersT_M-TE)		
Lehrformen des Moduls:	S - Seminar		
Prüfungsleistungen:	SA mit Koll. - Seminararbeit mit Kolloquium, schriftlich 8-15 Seiten oder Präsentation 15-20 Seiten; mdl.Prfg 10-15 Min. (VersT_M-TE)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Gutes Grundlagenwissen in Technischer Mechanik, Maschinendynamik, Grundkenntnisse in Mat-lab.			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage • einen Versuchsaufbau zu planen. • Sensoren auszuwählen, zu kalibrieren und richtig einzusetzen. • digitale Messdaten auszuwerten. • Problemstellungen der experimentellen Systemanalyse zu bearbeiten. • parallel ein Simulationsmodell für den Versuch aufzubauen. • Ergebnisse aus dem Versuch und der Simulation kritisch abzuwägen. • Ergebnisreihen statistisch auszuwerten und Aussagen zur Genauigkeit und Fehlerfortpflanzung zu treffen.			
Inhalt:			
• Grundlagen der Messtechnik (Sensorik und Signalanalyse) • praktische Beispiele zur Varianz von Messungen und der Fehlerfortpflanzung • Aktuatoren und Prüfsysteme der Versuchstechnik • Verfahren zur Lebensdaueranalyse • Experimente ○ DMS-Applikation			

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

- OHSER, Joachim, 2024. *Angewandte Bildverarbeitung und Bildanalyse: Methoden, Konzepte und Algorithmen in der Optotechnik, optischen Messtechnik und industriellen Qualitätskontrolle* [online]. München: Hanser. PDF e-Book. ISBN 978-3-446-48055-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3139/9783446480551>.
- SCHWARZ, Hans Rudolf, KÖCKLER, Norbert, 2011. *Numerische Mathematik* [online]. Wiesbaden: Vieweg + Teubner. PDF e-Book. ISBN 978-3-8348-1551-4, 978-3-8348-8166-3. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-8166-3>.
- BRANDT, Anders, 2023. *Noise and vibration analysis: signal analysis and experimental procedures*. Hoboken, NJ, USA: Wiley. ISBN 978-1-118-96217-6, 978-1-118-96212-1.
- Bienert, Jörg: Versuchsbeschreibungen zu jedem Teilversuch im Moodle Lehrmittelsystem, jährlich aktualisiert.

Anmerkungen:

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

Prüfungsanteile können durch Tests in Moodle umgesetzt werden.

5.3 Individuelle Wahlpflichtmodule

Aerodynamische Methoden

Modulkürzel:	AerodynM_M-LT	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmodule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Stadlberger, Korbinian		
Dozent(in):	Stadlberger, Korbinian		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Aerodynamische Methoden (AerodynM_M-LT)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Pr - Seminaristischer Unterricht/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (AerodynM_M-LT)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • Theorien und Grundprinzipien numerischer und experimenteller aerodynamischer Methoden für Profil-, Flügel- und Flugzeugumströmungen zu analysieren und anwendungsbezogen einzuordnen. • geeignete Modellierungsansätze einschließlich Potentialmethoden, RANS und semiempirischer Verfahren für industrierelevante Strömungsprobleme auszuwählen und fachlich zu begründen. • Stärken, Schwächen, Modellgrenzen und Unsicherheiten aerodynamischer Methoden zu bewerten und daraus belastbare Schlussfolgerungen für technische Fragestellungen abzuleiten. • aerodynamische Datensätze aus numerischen, semiempirischen oder experimentellen Quellen zu erstellen, zu validieren und kritisch zu interpretieren. • Methodenentscheidungen hinsichtlich Genauigkeit, Rechenaufwand, Versuchsaufwand sowie ressourcen- und energieeffizienter Entwicklungsprozesse zu beurteilen.			
Inhalt:			
• Grundbegriffe der Aerodynamik einschließlich Profil-, Flügel- und Flugzeugumströmung • Numerische Modellierungsmethoden auf Grundlage der Potentialtheorie • Semiempirische Methoden und aerodynamische Abschätzverfahren • Experimentelle Aerodynamik im Windkanal und Datenerfassung • RANS-basierte Modellierungsmethoden und Abgrenzung zu vereinfachten Verfahren • Erstellung, Plausibilisierung und Bewertung aerodynamischer Datensätze			

- Methodenwahl unter Berücksichtigung von Genauigkeit, Aufwand und ressourceneffizienter Entwicklung

Literatur:

Verpflichtend:

- FERZIGER, Joel H., Milovan PERIĆ und Robert L. STREET, 2020. *Numerische Strömungsmechanik*. Berlin: Springer Vieweg. ISBN 978-3-662-46543-1, 978-3-662-46544-8.
- ANDERSON, John David, 2017. *Fundamentals of aerodynamics*. New York, NY: McGraw Hill Education. ISBN 978-1-259-12991-9, 978-1-259-25134-4.

Empfohlen:

- KÜCHEMANN, Dietrich, 2012. *The aerodynamic design of aircraft: a detailed introduction to the current aerodynamic knowledge and practical guide to the solution of aircraft design problems*. Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics. ISBN 978-1-62198-370-5.
- ANDERSON, John David, 2001. *A history of aerodynamics and its impact on flying machines*. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press. ISBN 0-521-66955-3, 0-521-45435-2.
- OSWATITSCH, Klaus, 1976. *Grundlagen der Gasdynamik*. Wien [u.a.]: Springer. ISBN 3-211-81318-7, 0-387-81318-7.
- ZIEREP, Jürgen, 1991. *Ähnlichkeitsgesetze und Modellregeln der Strömungslehre* [online]. Karlsruhe: Braun-Verlag. PDF e-Book. ISBN 978-3-662-21597-5, 978-3-7650-2041-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-21597-5>.
- OERTEL, Herbert und P. ERHARD, 2010. *Prandtl-essentials of fluid mechanics*. New York, NY [u.a.]: Springer. ISBN 978-1-4419-1563-4, 978-1-4419-1564-1.
- WHITFORD, Ray, 1987. *Design for air combat*. London: Jane's. ISBN 0-7106-0426-2.
- THOMAS, Fred, 1984. *Grundlagen für den Entwurf von Segelflugzeugen*. Stuttgart: Motorbuch-Verl.. ISBN 3-87943-682-7.
- GERSTEN, Klaus, 1991. *Einführung in die Strömungsmechanik: mit 10 Tabellen und 52 durchgerechneten Beispielen*. Braunschweig: Vieweg. ISBN 3-528-43344-2.
- SCHLICHTING, Hermann, GERSTEN, Klaus, KRAUSE, Egon, OERTEL, Herbert, MAYES, Katherine, 2017. *Boundary-layer theory* [online]. Berlin; Heidelberg: Springer. PDF e-Book. ISBN 978-3-662-52919-5. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-52919-5>.
- SCHLICHTING, Hermann und Erich TRUCKENBRODT, 2001. *Aerodynamik des Flugzeuges*. Berlin: Springer.
- ROSSOW, Cord-Christian, 2014. *Handbuch der Luftfahrzeugtechnik: mit 1130 Bildern und 34 Tabellen* [online]. München: Hanser. PDF e-Book. ISBN 978-3-446-42341-1, 3-446-42341-9. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3139/9783446436046>.

Anmerkungen:

Sichere Grundkenntnisse aus dem Bachelor Luftfahrttechnik (v.a. Aerodynamik) werden erwartet. Programmierkenntnisse (z.B. Matlab) sind hilfreich. PC-Übungen erfordern Eigeninitiative für den autodidaktischen Lernerfolg.

Autonomes Fliegen			
Modulkürzel:	AutFlieg_FW_LT	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. - richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwick- lung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmo- dule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Elsbacher, Gerhard		
Dozent(in):	Elsbacher, Gerhard; Salamat, Babak		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Autonomes Fliegen (AutFlieg_FW_LT)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (AutFlieg_FW_LT)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden - Architekturen autonomer UAV-Systeme einschließlich Multicopter- und Hybridkonzepten zu analysieren und hinsichtlich Einsatzgrenzen, Systemkomplexität und Ressourceneinsatz zu be- werten. - flugmechanische 6DOF-Simulationsmodelle aufzubauen, Szenarien zu definieren, Simulatio- nen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch zu validieren. - Sensorik, Eigenortung und Sensordatenfusion für autonome Flugzustände auszuwählen, zu modellieren und hinsichtlich Genauigkeit, Robustheit und Fehlereinflüssen zu beurteilen. - Verfahren der Umfelderkennung, Regelung und Pfadplanung für UAVs anwendungsbezogen auszulegen und deren Leistungsfähigkeit kritisch zu bewerten. - Themen des autonomen Fliegens eigenständig und im Team zu bearbeiten, Ergebnisse fach- lich zu diskutieren und technische Lösungen unter Sicherheits- und Ressourceneffizienzaspek- ten einzuordnen.			
Inhalt:			
Dieser Kurs führt in die Grundlagen des autonomen Fliegens von UAVs ein. Hierzu werden fol- gende Themengebiete abgedeckt: - Überblick und Architekturen autonomer UAV-Systeme - Multicopter- und Hybridkonzepte sowie Systemkomponenten 3D-Physik und flugmechanische 6DOF-Simulation von UAVs			

- Szenariendefinition, Simulationsdurchführung und Ergebnisvalidierung
- Navigation, Eigenortung, GPS, IMU, Höhenmesser und weitere Sensorsysteme
- Sensordatenfusion einschließlich Kalman-Filter
- Flugzustandsregelung und Pfadplanung für UAVs
- Umfelderkennung, maschinelles Sehen, Lidar, Kamera, Ultraschall sowie ressourceneffiziente Systemauslegung

Literatur:

Verpflichtend:

- BROCKHAUS, Rudolf, ALLES, Wolfgang, LUCKNER, Robert, 2011. *Flugregelung* [online]. Berlin: Springer. PDF e-Book. ISBN 978-3-642-01442-0, 978-3-642-01443-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01443-7>.
- GARG, Pulin K, 2021. *Unmanned Aerial Vehicle*. Dulles: Mercury Learning and Information LCC. ISBN 978-1-68392-709-9.
- CASTILLO, Pedro, Rogelio LOZANO und Alejandro E. DZUL, *Modelling and Control of Mini-Flying Machines*. London: Springer. ISBN 1852339578.

Empfohlen:

- MARSHALL, Douglas M, 2021. *Introduction to unmanned aircraft systems*. [s.l.]: CRC Press. ISBN 978-0-367-36659-9.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

CFD			
Modulkürzel:	CFD_M-FT	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. - richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwick- lung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmo- dule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Költzsch, Konrad		
Dozent(in):	Költzsch, Konrad		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	CFD (CFD_M-FT)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - Seminararbeit, schriftl. Ausarbeitung 8-15 Seiten, Präsentation 15-20 Folien (CFD_M-FT)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • die mathematisch-physikalischen und numerischen Grundlagen der CFD auf anspruchsvolle ingenieurwissenschaftliche Strömungsprobleme zu übertragen und die Gültigkeit getroffener Modellannahmen zu beurteilen. • für komplexe Strömungsaufgaben eine geeignete CFD-Modellierungsstrategie zu entwickeln, geeignete Geometrie-, Netz-, Solver-, Turbulenzmodell- und Randbedingungskonzepte auszuwählen und fachlich zu begründen. • CFD-Simulationen mit OpenFOAM eigenständig aufzusetzen, durchzuführen, zu überwachen und anhand geeigneter Konvergenz-, Bilanz- und Plausibilitätskriterien zu überprüfen. • numerische Ergebnisse durch Netz- und Parameterstudien sowie durch Vergleich mit analyti- schen, experimentellen oder literaturbasierten Referenzdaten kritisch zu validieren und Abwei- chungen fachlich einzuordnen. • Unsicherheiten, Modellgrenzen und Sensitivitäten von CFD-Ergebnissen zu bewerten und dar- aus belastbare technische Schlussfolgerungen für eine ingenieurwissenschaftliche Fragestel- lung abzuleiten. • CFD-basierte Untersuchungen in Form einer wissenschaftlich-technischen Seminararbeit nach- vollziehbar zu dokumentieren, kritisch zu diskutieren und im Fachkontext zu verteidigen.			
Inhalt:			
• Mathematisch-physikalische Grundlagen der numerischen Strömungssimulation			

- Finite-Volumen-Methode, Diskretisierung, Kopplung von Druck und Geschwindigkeit
- Modellbildung, Modellannahmen und Modellgrenzen bei technischen Strömungsproblemen
- CAD- und Geometriedatenaufbereitung für CFD-Modelle
- Vernetzungsstrategien, Grenzschichtauflösung, Netzqualität und Netzunabhängigkeit
- Auswahl und Bewertung von Solver, Randbedingungen, Anfangsbedingungen und Turbulenzmodellen
- RANS-Modellierung als praxisnaher Schwerpunkt, Einordnung weiterführender Modellierungsansätze
- Konvergenzbewertung, Bilanzprüfung, Plausibilisierung, Validierung und Unsicherheitsbetrachtung
- Postprocessing, Strömungsvisualisierung und technische Interpretation von CFD-Ergebnissen
- Eigenständige CFD-Projektarbeit mit OpenFOAM und wissenschaftlich-technischer Dokumentation

Literatur:

Verpflichtend:

- Ohne Autor. *OpenFOAM UserGuide* [online]. [Zugriff am:]. Verfügbar unter: <https://cfd.direct/openfoam/user-guide/>
- Ohne Autor. *Greenshields & Weller (2022) Notes on Computational. CFD Direct Ltd. Reading, GB. Fluid Dynamics: General Principles* [online]. [Zugriff am:]. Verfügbar unter: <https://doc.cfd.direct/notes/cfd-general-principles/index>.

Empfohlen:

- FERZIGER, Joel H., PERIĆ, Milovan, STREET, Robert L., 2020. *Numerische Strömungsmechanik* [online]. Berlin: Springer Vieweg. PDF e-Book. ISBN 978-3-662-46544-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-46544-8>.
- LAURIEN, Eckart, OERTEL JR., Herbert, 2018. *Numerische Strömungsmechanik: Grundgleichungen und Modelle – Lösungsmethoden – Qualität und Genauigkeit* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. PDF e-Book. ISBN 978-3-658-21060-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-21060-1>.
- WENDT, John F. und John David ANDERSON, 2010. *Computational fluid dynamics: an introduction*. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-642-09873-4.
- SCHWARZE, Rüdiger, 2013. *CFD-Modellierung: Grundlagen und Anwendungen bei Strömungsprozessen* [online]. Berlin; Heidelberg: Springer Vieweg. PDF e-Book. ISBN 978-3-642-24378-3. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-24378-3>.
- 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. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16874-6>.
- LECHER, Stefan, 2023. *Numerische Strömungsberechnung: schneller Einstieg in ANSYS-CFX durch einfache Beispiele* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg. PDF e-Book. ISBN 978-3-658-42406-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-42406-0>.
- MARIĆ, Tomislav, Jens HÖPKEN und Kyle MOONEY, 2014. *The OpenFOAM technology primer*. [Duisburg]: Sourceflux. ISBN 978-3-00-046757-8.

Anmerkungen:

Bonussystem: Gemäß der Prüfungsordnung der TH Ingolstadt **können** in diesem Modul Bonuspunkte für semesterbegleitend erbrachte Studienleistungen **vergeben werden**; die **Teilnahme** ist **freiwillig**. Ein **Anspruch auf die Durchführung** des Bonussystems durch die Dozierenden **besteht nicht**. Ob und in welcher **Ausgestaltung** ein Bonussystem angeboten wird, wird **zu Beginn der Lehrveranstaltung** bekannt gegeben. Die erzielten Bonuspunkte werden auf die Modulabschlussprüfung angerechnet; **maximal** können **10 %** der in der Prüfungsleistung erreichbaren Punkte zusätzlich als Bonuspunkte erworben werden. Ein **Übertrag** auf Wiederholungsprüfungen ist **nicht möglich**. Erworbenene **Bonuspunkte verfallen** mit Ablauf des Semesters, in dem sie erworben wurden, sofern die Prüfungsleistung des Moduls in diesem Semester nicht abgelegt wird; es sei denn, die Modulendprüfung wird nicht angeboten.

DOE / Datenanalyse

Modulkürzel:	DOEDat_M-FT	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmodule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
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:	DOE / Datenanalyse (DOEDat_M-FT)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - mündliche Prüfung, 15-30 Minuten (DOEDat_M-FT)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden sind in der Lage, - ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen in statistisch auswertbare Untersuchungsfragen zu überführen und geeignete Datenanalyse- oder DOE-Methoden auszuwählen. - Daten mit Methoden der deskriptiven Statistik aufzubereiten, graphisch darzustellen und hinsichtlich Qualität, Streuung, Ausreißern und Aussagekraft zu bewerten. - wahrscheinlichkeitstheoretische Modelle auf zufällige Prozesse anzuwenden, Verteilungsannahmen zu prüfen, Parameter zu schätzen und Hypothesen zu testen. - vollfaktorielle und Screening-Versuchspläne zu planen, auszuwerten und die Ergebnisse hinsichtlich Effekten, Wechselwirkungen, Modellgüte und Ressourceneinsatz zu beurteilen. - industriennahe Softwarewerkzeuge für Datenanalyse und statistische Versuchsplanung anzuwenden und Ergebnisse nachvollziehbar zu dokumentieren, zu interpretieren und zu verteidigen.			
Inhalt:			
- Grundbegriffe der deskriptiven Statistik, Verteilungsfunktion und Verteilungsparameter - Wahrscheinlichkeit, Zufallsvariable, Verteilungen - Schätzen und Testen - Grundbegriffe der statistischen Versuchsplanung wie Faktor, Stufe, Effekt, Wechselwirkung - Versuchspläne: vollfaktoriell, Screening-Versuchspläne, Auflösungsstufen, Yates-Standard - Lineares Beschreibungsmodell, Ermittlung der Modellkonstanten, Kontrollverfahren			

Literatur:

Verpflichtend:

- ARENS, Tilo, HETTLICH, Frank, KARPFFINGER, 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>.
- 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>.
- MOHR, Richard, 2014. *Statistik für Ingenieure und Naturwissenschaftler: Grundlagen und Anwendung statistischer Verfahren*. Renningen: expert-Verl.. ISBN 9783816981541.

Empfohlen:

Keine

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Electrolysis and Fuel Cell Technology

Modulkürzel:	EleFuCeTe_M-HTA	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. - richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwick- lung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmo- dule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	English	1 semester	only winter term
Modulverantwortliche(r):	Akgün, Ertan		
Dozent(in):	Akgün, Ertan; Mainka, Julia		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Electrolysis and Fuel Cell Technology (EleFuCeTe_M-HTA)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü/Pr - seminar based teaching/Exercise course/laboratory		
Prüfungsleistungen:	LN - written exam, 90 minutes (EleFuCeTe_M-HTA)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	None		
Empfohlene Voraussetzungen:			
None			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Students will be able to • analyze the electrochemical fundamentals and operating principles of electrolysis and fuel cell systems and apply them to advanced engineering problems. • compare electrolyzer and fuel cell types, system architectures, key components and subsys- tems, and assess their application-specific suitability. • evaluate control strategies, dynamic behavior, efficiency, degradation mechanisms and lifetime aspects and derive mitigation and lifetime-extension measures. • assess the integration of electrolysis and fuel cell systems into practical applications and en- ergy systems with respect to performance, cost, safety, and resource efficiency. • identify implementation barriers, critically evaluate technical and economic solution options, and justify system concepts in broader energy and industrial contexts.			
Inhalt:			
Content: • Fundamentals of electrochemistry • Water electrolysis and types of electrolyzers • Fuel cell types and application examples • Operating principles, system architecture, components, and subsystems • Specific features, dynamics, control strategies, lifetime and degradation • Gas conditioning and purification			

- Economic aspects and efficiency discussion
- Industrialization: manufacturers, production capacities, and current development programs
- Challenges and current issues

Literatur:

Verpflichtend:

- GODULA-JOPEK, Agata und Detlef STOLTEN, 2015. *Hydrogen Production: By Electrolysis*. Berlin: John Wiley & Sons, Incorporated. ISBN 978-3-527-67652-1, 978-3-527-33342-4.
- ZOHURI, Bahman, 2019. *Hydrogen energy: challenges and solutions for a cleaner future*. Cham: Springer. ISBN 978-3-319-93460-0.

Empfohlen:

- 2002. *Fuel cell handbook: DOE/NETL-2002/1179; [prepared by Energy and Environmental solutions under contract DE-AM26-99FT40575 ... low-cost CD format]*.
- SASAKI, Kazunari und andere, 2016. *Hydrogen energy engineering: a Japanese perspective*. Tokyo: Springer. ISBN 978-4-431-56040-1.

Anmerkungen:

- Guest lectures may take place as part of the course.
- Bonus system: During the course, each student may work on and present a selected topic. Depending on the quality of the written preparation and oral presentation, bonus points may be awarded and added to the examination grade. A maximum of 10% bonus points, relative to the total number of points achievable in the examination, can be obtained. There is no entitlement to the implementation of this bonus system.

Fahrzeugsicherheit

Modulkürzel:	FzgSich_M-FT	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. - richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwick- lung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmo- dule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Helmer, Thomas		
Dozent(in):	Helmer, Thomas		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Fahrzeugsicherheit (FzgSich_M-FT)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (FzgSich_M-FT)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden • können die Bereiche Unfallvermeidung und Unfallfolgenmilderung (aktive und passive Sicherheit) unterscheiden. • können die Ursachen von Unfällen hinterfragen und Risiken bewerten. • können die Einwirkungen auf Fahrzeuge bei Unfällen beurteilen und Schutzmaßnahmen für In- sassen, äußere Verkehrsteilnehmer und zur Verbesserung der Kompatibilität konzipieren. • können die Vorschriften aus Gesetzen und Verbraucherschutz einordnen. • verstehen die Grundlagen der Biomechanik. • können Versuchs- und Berechnungsmethoden unterscheiden.			
Inhalt:			
• Einführung in die Fahrzeugsicherheit • Unfallstatistik und -forschung • Risikobewertung • Mechanische Grundlagen bei Unfällen • Gesetzgebung und Verbraucherschutz in der Fahrzeugsicherheit • Testverfahren in der passiven Sicherheit • Insassenschutz • Kompatibilität und äußere Verkehrsteilnehmer			

- Biomechanik
- Konstruktive Ausführung von Sicherheitssystemen
- Versuchsdurchführung, Simulationsmethoden und Bewertungsverfahren
- Anforderungen zur Sicherheit bei Elektrofahrzeugen und alternativen Antrieben

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- KRAMER, Florian, 2013. *Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen: Biomechanik - Simulation - Sicherheit im Entwicklungsprozess*. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-8348-2607-7, 3-8348-2607-3.
- SEIFFERT, Ulrich und Lothar WECH, 2007. *Automotive Safety Handbook*. Warrendale, Pa.: SAE Internat.. ISBN 978-0-7680-1798-4.
- JOHANNSEN, Heiko, 2013. *Unfallmechanik und Unfallrekonstruktion: Grundlagen der Unfallaufklärung; mit 21 Tabellen*. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-01593-0, 978-3-658-01594-7.
- SCHÖNEBURG, Rodolfo, 2023. *Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen: Biomechanik – Unfallvermeidung – Insassenschutz – Sensorik – Sicherheit im Entwicklungsprozess* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. PDF e-Book. ISBN 978-3-658-42806-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-42806-8>.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Funktionswerkstoffe und ressourceneffizientes Engineering

Modulkürzel:	FWStuRE_M-WR	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmodule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Kerschenlohr, Annegret		
Dozent(in):	Kerschenlohr, Annegret; Lohr, Christoph; Oberhauser, Simon; Tetzlaff, Ulrich		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Funktionswerkstoffe und ressourceneffizientes Engineering (FWStuRE_M-WR)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (FWStuRE_M-WR)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • Funktionswerkstoffe und Funktionsschichten anhand von Eigenschaftsprofilen, Wirkprinzipien, Einsatzgrenzen und ressourceneffizienzbezogenen Anforderungen zu analysieren und für technische Anwendungen auszuwählen. • metallurgische, polymere und halbleitertechnische Prozessrouten hinsichtlich Material- und Energieeinsatz, Ausbeute, Ausschuss, Skalierbarkeit und Bauteillebensdauer zu bewerten. • funktionsrelevante Werkstoffgruppen wie Elektrobleche, Leiterwerkstoffe, Hartlotwerkstoffe, Batterie- und Elektrolysewerkstoffe sowie Polymere anforderungsbezogen zu beurteilen und Substitutionsmöglichkeiten abzuleiten. • tribologische und grenzflächenbezogene Wirkmechanismen in Funktionswerkstoffen und Beschichtungen zu erklären, auf neue Anwendungen zu übertragen und daraus Maßnahmen zur Reibungs-, Verschleiß- und Ressourcenreduktion abzuleiten. • Lebenszyklus-, Kreislauf- und Nachhaltigkeitsaspekte mithilfe von Life Cycle Assessment und Fallstudien in werkstofftechnische Entscheidungen einzubeziehen und ressourceneffiziente Engineering-Konzepte kritisch zu überprüfen.			
Inhalt:			
• Metallurgische Prozessrouten und ressourceneffiziente Stahlherstellung durch Wasserstoffreduktion • Funktionsschichten und Schichttechnologien für Halbleitertechnik			

- Polymere als Funktionswerkstoffe
- additive Fertigung von Polymeren
- Tribologie, Reibung, Verschleiß und tribologische Systembetrachtung
- Elektrobleche
- Werkstoffe der Batterietechnik, Elektrolyse und energietechnischer Anwendungen
- Hartlote mit Blick auf Prozesssicherheit, Materialeinsatz und Lebensdauer
- elektrische Leiterwerkstoffe, elektrische Steckkontakte und Einsatz von Schichten
- Life Cycle Assessment, Recycling und Fallstudien zum ressourceneffizienten Einsatz der besprochenen Materialien

Literatur:

Verpflichtend:

- AUERSWALD, Janko und Pius PORTMANN, 2022. *Grundlagen der Funktionswerkstoffe für Studium und Praxis*. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN 978-3-527-34963-0.
- KAISER, Wolfgang, 2024. *Kunststoffchemie für Ingenieure: von der Synthese bis zur Anwendung* [online]. München: Hanser. PDF e-Book. ISBN 978-3-446-47807-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3139/9783446478077?locatt=mode:legacy>.

Empfohlen:

- CZICHOS, Horst, HABIG, Karl-Heinz, 2020. *Tribologie-Handbuch: Tribometrie, Tribomaterialien, Tribotechnik* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg. PDF e-Book. ISBN 978-3-658-29484-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-29484-7>.
- CALLISTER, William D., David G. RETHWISCH und Michael SCHEFFLER, 2013. *Materialwissenschaften und Werkstofftechnik: eine Einführung*. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN 978-3-527-33007-2, 3-527-33007-0.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Hydrogen Economy

Modulkürzel:	HydEco_M-HTA	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmodule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	English	1 semester	only winter term
Modulverantwortliche(r):	Akgün, Ertan		
Dozent(in):	Akgün, Ertan		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Hydrogen Economy (HydEco_M-HTA)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - lecture with integrated exercises		
Prüfungsleistungen:	LN - Portfolio-Exam (all exams before the examination period) (HydEco_M-HTA)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Exam Information:		
	After 6–8 weeks of the semester, a written exam (60 minutes) will take place. This exam accounts for 50% of the final grade.		
	During the last 2–4 weeks of the semester, presentations on group projects will be held. Each team will present for 15–20 minutes, followed by a 10-minute discussion session. This presentation accounts for 50% of the final grade.		
	Retake Examination (Summer Semester):		
	The retake examination in the summer semester consists of two written exams.		
	After 4–6 weeks of the semester, the first written exam (60 minutes) will take place. This exam accounts for 50% of the final grade.		
	During the last 2–4 weeks of the semester, the second written exam (60 minutes) will take place. Only students who participated in the first written exam are eligible to take this exam. This exam accounts for 50% of the final grade.		
Empfohlene Voraussetzungen:			
None			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Students will be able to			

- analyze the main applications of hydrogen, their implementation forms and their relevance for energy, industry, products, transport and storage, and mobility.
- evaluate the relationship between the physicochemical properties of hydrogen and the resulting opportunities, constraints and risks in practical applications.
- compare hydrogen applications and system configurations across sectors and assess their operating principles, components and design options.
- assess hydrogen-based concepts using ecological, sustainability, resource-efficiency and economic indicators and interpret their feasibility in specific contexts.
- critically evaluate technical, ecological and economic aspects of hydrogen use in comparison with alternative energy carriers and derive justified implementation recommendations.

Inhalt:

- Physical and chemical properties of hydrogen
- Fundamentals of the hydrogen economy
- Fundamentals of hydrogen utilization
- Applications in industry and mobility
- Ecological assessment / sustainability
- Economic assessment

Literatur:

Verpflichtend:

- VOORDE, Marcel H. van de, 2021. *Utilization of hydrogen for sustainable energy and fuels*. Berlin; Boston: De Gruyter. ISBN 978-3-11-059624-3.
- BALL, Michael, 2009. *The hydrogen economy: opportunities and challenges*. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press. ISBN 978-0-521-88216-3.

Empfohlen:

- SASAKI, Kazunari und andere, 2016. *Hydrogen energy engineering: a Japanese perspective*. Tokyo: Springer. ISBN 978-4-431-56040-1.
- ZOHURI, Bahman, 2019. *Hydrogen energy: challenges and solutions for a cleaner future*. Cham: Springer. ISBN 978-3-319-93460-0.

Anmerkungen:

- Guest lectures may take place as part of the course.

Hydrogen Safety and Standardization

Modulkürzel:	HydSafStan_M-HTA	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmodule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	English	1 semester	only winter term
Modulverantwortliche(r):	Diel, Sergej		
Dozent(in):	NN		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Hydrogen Safety and Standardization (HydSafStan_M-HTA)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - lecture with integrated exercises		
Prüfungsleistungen:	LN - written exam, 90 minutes (HydSafStan_M-HTA)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	None		
Empfohlene Voraussetzungen:			
None			
Angestrebte Lernergebnisse:			
After completing the course, students will be able to: • identify the chemical and physical properties of hydrogen and derive the associated hazards and explain the main hazard areas in hydrogen applications and classify their impact on technological development across different sectors. • convey foundational knowledge for understanding the concept of “safety” and assess basic safety-related situations in hydrogen contexts. • develop a basic framework for safety engineering analysis and evaluation and distinguish between different approaches. • describe methods of safety analysis, explain their significance, and differentiate their application depending on the use case. • outline the fundamentals of product safety and operational safety and differentiate between them and understand the applicable regulations and abstract their underlying significance. • assess basic safety aspects of hydrogen applications in comparison with similar applications of other energy storage and transport technologies and, based on this, develop the basic structure of a safety concept.			
Inhalt:			
• Common hazard areas in hydrogen applications • Distinct chemical and physical properties of hydrogen and hydrogen mixtures • Prerequisites for safe engineering in hydrogen applications • Hazard transfer - specific considerations and responsibilities			

- Hydrogen in occupational health and safety
- Legal considerations
- Regulations, Codes, and Standards (RCS)
- Field trip(s) to companies in the stationary plant engineering sector as well as in automotive manufacturing

Literatur:

Verpflichtend:

- KOTCHOURKO, Alexei und Thomas JORDAN, 2022. *Hydrogen safety for energy applications: engineering design, risk assessment, and codes and standards*. Oxford; Cambridge: Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-12-820492-4.

Empfohlen:

- RIGAS, Fotis und Paul AMYOTTE, 2013. *Hydrogen safety*. Boca Raton, Fla. [u.a.]: CRC Press. ISBN 978-1-4398-6231-5, 1-4398-6231-1.

Anmerkungen:

Bonus program: Preparation and presentation of a safety concept for novel hydrogen storage systems, with the goal of integrating it into future course content. Bonus points will be credited toward the exam grade. Based on the total points achievable on the exam, a maximum of 10 percent in bonus points can be earned. Participation in the bonus program is voluntary. There is no entitlement to the bonus program being offered in any given semester.

Hydrogen Storage and Transportation

Modulkürzel:	HydStoTra_M-HTA	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmodule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	English	1 semester	only winter term
Modulverantwortliche(r):	Akgün, Ertan		
Dozent(in):	Akgün, Ertan; Moll, Klaus-Uwe; Oberhauser, Simon		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Hydrogen Storage and Transportation (HydStoTra_M-HTA)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - lecture with integrated exercises		
Prüfungsleistungen:	LN - written exam, 90 minutes (HydStoTra_M-HTA)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	None		
Empfohlene Voraussetzungen:			
None			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Students will be able to • evaluate the thermodynamic behaviour of hydrogen. • describe and evaluate the current state of the art in physical and materials-based methods for the storage and transport of hydrogen. • understand and apply the fundamentals of chemical process engineering and assess relevant chemical hydrogen carriers. • analyze and evaluate the underlying technologies and assess them from technical, economic, and environmental perspectives. • identify and assess associated challenges and risks and develop and propose suitable mitigation strategies and solutions. • analyze and evaluate emerging technologies that are still in the research stage and assess their potential for future application. • assess and design hydrogen storage and transport concepts based on given technical requirements and constraints. • analyze hydrogen uptake mechanisms, evaluate the influence of hydrogen absorption on material properties, and assess potential hazards associated with the use of materials in hydrogen environments.			
Inhalt:			
• Thermodynamic fundamentals • Physical hydrogen storage forms			

- Material-based hydrogen storage forms
- Emerging and novel technologies
- Technological, economic, and environmental assessment of storage and transport options
- Sources and mechanisms of hydrogen uptake in materials
- Permeation of hydrogen in metallic and polymeric materials
- Influence of hydrogen on material properties and associated damage mechanisms (degradation potential)

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- STOLTEN, Detlef und Bernd EMONTS, 2016. *Hydrogen science and engineering: materials, processes, systems and technology*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. ISBN 3-527-33238-3, 978-3-527-33238-0.
- GODULA-JOPEK, Agata, Walter JEHLLE und Jörg WELLNITZ, c2012. *Hydrogen storage technologies: new materials, transport, and infrastructure*. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN 3-527-32683-9, 978-1-283-54229-6.
- ZOHURI, Bahman, 2019. *Hydrogen energy: challenges and solutions for a cleaner future*. Cham: Springer. ISBN 978-3-319-93460-0.

Anmerkungen:

- Guest lectures may take place as part of the course.
- Bonus system: During the course, each student may work on and present a selected topic. Depending on the quality of the written preparation and oral presentation, bonus points may be awarded and added to the examination grade. A maximum of 10% bonus points, relative to the total number of points achievable in the examination, can be obtained. There is no entitlement to the implementation of this bonus system.

Langzeitverhalten der Werkstoffe

Modulkürzel:	LZVWkst_M-WR	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. - richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwick- lung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmo- dule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Tetzlaff, Ulrich		
Dozent(in):	Tetzlaff, Ulrich		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Langzeitverhalten der Werkstoffe (LZVWkst_M-WR)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Pr - Seminaristischer Unterricht/Praktikum		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (LZVWkst_M-WR)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden, • können Schädigungsmechanismen des Kriechens und der Ermüdung metallischer Werkstoffe mikrostrukturell einzuordnen und ihre Relevanz für technische Anwendungen bewerten. • können Prüfkonzepte, Versuchssysteme und wesentliche Einflussgrößen auf das Langzeitver- halten metallischer Werkstoffe auszuwählen, begründen und Messergebnisse kritisch interpre- tieren. • sind in der Lage Kriech- und Ermüdungsverhalten mit geeigneten Gleichungen und Modellen zu beschreiben sowie Methoden der Lebensdauerabschätzung auf werkstofftechnische Prob- lemstellungen anzuwenden. • sind in der Lage den Einfluss von Temperatur, Zeit, Spannung, Umgebung und Mikrostruktur auf das Materialverhalten zu analysieren und daraus Strategien zur Lebensdauererhöhung ab- zuleiten. • können experimentelle Aufgaben im Praktikum eigenständig bzw. im Team durchführen, aus- werten und wissenschaftlich nachvollziehbar zu präsentieren.			
Inhalt:			
Kriechen: • Übersicht über Kriechmechanismen • Gleichungen zur Beschreibung des Kriechverhaltens • Interpretation von Versuchsergebnissen			

- Verschiedene theoretische und empirische Methoden der Lebensdauerabschätzung
- Strategien zur Reduzierung der Kriechverformung damit zur Verbesserung des ressourceneffizienten Hochtemperatureinsatzes von metallischen Werkstoffen

Ermüdung:

- Low Cycle Fatigue und High Cycle Fatigue
- Übersicht der Ermüdungsmechanismen
- Übersicht der Ermüdungsfestigkeit in Abhängigkeit verschiedener Parameter
- Mathematische Beschreibung des Ermüdungsverhaltens
- Einfluss der Mikrostruktur auf die Ermüdungseigenschaften metallischer Werkstoffe
- Probeneinflüsse auf die Anrissbildung
- Strategien zur Lebensdauererhöhung und damit zum ressourceneffizienten Einsatz der Materialien

Literatur:

Verpflichtend:

- MAIER, Hans Jürgen, Thomas NIENDORF und Ralf BÜRGE, 2025. *Handbuch Hochtemperatur-Werkstofftechnik: Grundlagen, Werkstoffbeanspruchungen, Hochtemperaturlegierungen und -beschichtungen*. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3658474423.

Empfohlen:

- EVANS, Russell W. und Brian WILSHIRE, 1993. *Introduction to creep*. London: Inst. of Materials. ISBN 0-901462-64-0.
- CHRIST, Hans-Jürgen, 2009. *Ermüdungsverhalten metallischer Werkstoffe*. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN 978-3-527-31340-2, 3-527-31340-0.
- SURESH, S., 1998. *Fatigue of materials*. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press. ISBN 0-521-57046-8, 0-521-57847-7.

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Metallische Leichtbauwerkstoffe

Modulkürzel:	MetLb_M-WR	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmodule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Kerschenlohr, Annegret		
Dozent(in):	Kerschenlohr, Annegret		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Metallische Leichtbauwerkstoffe (MetLb_M-WR)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (MetLb_M-WR)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden • schließen aus dem inneren Aufbau metallischer Werkstoffe für Leichtbau- und Hochtemperaturanwendungen auf die mechanischen und physikalischen Eigenschaften der Werkstoffe und schätzen deren Eignung für spezifische Anwendungen ein. • hinterfragen die Zusammenhänge zwischen Legierungselementen, Mikrostruktur und Werkstoffeigenschaften und bewerten deren Wechselwirkungen. • beurteilen Möglichkeiten zur ressourcenschonenden Gestaltung und Optimierung bestehender Werkstoffe unter Berücksichtigung technischer Anforderungen. • wählen Werkstoffe für spezifische Fertigungsverfahren aus und evaluieren den Einfluss von Legierungselementen sowie Nachbehandlungen auf die resultierenden Eigenschaften. • übertragen und reflektieren die erworbenen Kenntnisse auf weitere Werkstoffsysteme und beurteilen deren Anwendungs- und Optimierungspotenziale.			
Inhalt:			
• Analyse des Aufbaus, der Eigenschaften und der Anwendungsfelder ausgewählter metallischer Konstruktionswerkstoffe für Leichtbau- und Hochtemperaturanwendungen unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz • Vertiefte Betrachtung von aluminium-, titan- und magnesiumbasierten Legierungssystemen hinsichtlich ihrer werkstofftechnischen Eigenschaften • Untersuchung des Einflusses von Legierungselementen auf Struktur-, Phasen- und Gefügeausbildung metallischer Werkstoffe			

- Bewertung der Zusammenhänge zwischen Mikrostruktur und den resultierenden mechanischen sowie physikalischen Eigenschaften
- Analyse biologischer Materialsysteme und deren funktionaler Eigenschaften als Vorbild für technische Hochleistungswerkstoffe
- Übertragung natürlicher Struktur- und Wirkprinzipien auf die nachhaltige Entwicklung und Optimierung technischer Werkstoffsysteme

Literatur:

Verpflichtend:

- OETTEL, Heinrich, Gaby KETZER-RAICHLE und Hermann SCHUMANN, 2025. *Schumann Metallographie*. 16. Auflage. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN 978-3-527-35106-0.

Empfohlen:

- KAMMER, Catrin, 2009. *Aluminium-Taschenbuch*. 16. Auflage. Düsseldorf: Alu Media GmbH. ISBN 978-3-942486-10-1, 978-3-87017-295-4.
- KAMMER, Catrin, 2000. *Magnesium-Taschenbuch: Mg*. Düsseldorf: Aluminium-Verl.. ISBN 3-87017-264-9.
- MAIER, Hans Jürgen, Thomas NIENDORF und Ralf BÜRGE, 2019. *Handbuch Hochtemperatur-Werkstofftechnik: Grundlagen, Werkstoffbeanspruchungen, Hochtemperaturlegierungen und -beschichtungen*. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-25313-4.
- PETERS, Manfred, 2002. *Titan und Titanlegierungen* [online]. Weinheim: Wiley-VCH. PDF e-Book. ISBN 978-3-527-61108-9. Verfügbar unter: <https://online-library.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527611089>.

Anmerkungen:

Bonussystem:

- Im Rahmen der Lehrveranstaltung führen die Studierenden praktische Versuche zur Werkstoffcharakterisierung durch. Die Ergebnisse werden in wissenschaftlichen Berichten dokumentiert, analysiert, interpretiert und präsentiert.
- Darüber hinaus analysieren die Studierenden biologische Materialsysteme und bewerten deren funktionale Eigenschaften hinsichtlich ihres Potenzials als Vorbild für technische Hochleistungswerkstoffe. Die gewonnenen Erkenntnisse werden dokumentiert, interpretiert und vorgestellt.
- Die Ausarbeitung der Berichte wird qualitativ bewertet. Entsprechend der Qualität der eingereichten Leistungen können Bonuspunkte vergeben werden, die auf die Prüfungsleistung angerechnet werden.
- Die maximal erreichbare Anzahl an Bonuspunkten beträgt 5% der in der Prüfungsleistung erreichbaren Gesamtpunktzahl.

Motorsport

Modulkürzel:	WModul-MotSpo_M-FT	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmodule	
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:	Motorsport (WModul-MotSpo_M-FT)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - mündliche Prüfung, 25 Minuten (WModul-MotSpo_M-FT)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • Rennstrecken, Rennformate und fahrdynamische Randbedingungen zu analysieren und deren Einfluss auf Fahrzeugauslegung, Sicherheit und Performance zu bewerten. • Motorsportfahrzeuge einschließlich Fahrwerk, CFK-Strukturen, Antriebsstrang sowie BEV- und Hybridkonzepte hinsichtlich technischer Anforderungen und Einsatzbedingungen zu beurteilen. • Reglemente, technische Abnahme, Rennleitung, Streckensicherheit und Lizenzanforderungen anwendungsbezogen zu analysieren und fachlich einzuordnen. • Fahrlinien, Ideallinie, Fahrzeughandling und simulatorgestützte Trainings- und Analyseverfahren auf motorsportliche Problemstellungen anzuwenden und kritisch auszuwerten. • Motorsportkonzepte unter Sicherheits-, Performance-, Material-, Energie- und Ressourceneffizienzaspekten zu bewerten und Verbesserungspotenziale abzuleiten.			
Inhalt:			
Einführung in Kart-, Rallye-, Rundstrecken- und Formelsport mit Fahrkinematik und Streckenauslegung • Rennstrecken, Streckendesign, Fahrlinie, Ideallinie und Vergleich unterschiedlicher Rennformate • Fahrdynamik, Fahrzeughandling und praktische Analyse von Tourenwagen und Formelfahrzeugen			

- Strukturauslegung in CFK-Bauweise und Fahrwerksauslegung an motorsportlichen Anwendungsbeispielen
- Antriebsstränge einschließlich BEV- und Hybridkonzepte im Motorsport
- Reglemente, technische Abnahme, DMSB- und FIA-Bezüge, Rennleitung, technische Kommissare und Lizenzanforderungen
- Simulatortraining, Videoanalyse und Auswertung von Rennsituationen
- Sicherheits-, Material-, Energie- und Ressourceneffizienzaspekte motorsportlicher Systeme

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

Keine

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Unfallrekonstruktion

Modulkürzel:	UnfRek_M-FT	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwicklung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmodule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Binder, Thomas		
Dozent(in):	Binder, Thomas; Stephan, Mario		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Unfallrekonstruktion (UnfRek_M-FT)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (UnfRek_M-FT)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - das Arbeitsgebiet der Verkehrsunfallrekonstruktion systematisch zu analysieren und geeignete klassische sowie moderne Methoden der Unfallaufnahme auszuwählen. - mathematisch-physikalische Grundlagen der Kollisionsanalyse, Weg-Zeit-Betrachtung und biomechanische Aspekte auf konkrete Unfallkonstellationen anzuwenden. - Einflüsse von Fahrerassistenzsystemen, automatisierten Fahrfunktionen, Elektrofahrzeugen und digitalen Fahrzeugspuren auf die Rekonstruktion zu bewerten. - PC-Crash für grundlegende Rekonstruktionsaufgaben einzusetzen, Simulationsergebnisse zu plausibilisieren und methodische Grenzen zu beurteilen. - Unfallrekonstruktionen fachlich nachvollziehbar zu dokumentieren, Schlussfolgerungen kritisch zu vertreten und Beiträge zu Sicherheit, Prävention und ressourcenschonender Schadensvermeidung abzuleiten.			
Inhalt:			
- Klassische Methoden der Unfallaufnahme und Unfallrekonstruktion - Fahrerassistenzsysteme, automatisierte Fahrfunktionen und Elektrofahrzeuge in der Unfallanalyse - Schadenkompatibilität und Bemerkbarkeit von Kleinkollisionen - Digitale Unfallspuren und ihre Verwendung bei der Unfallrekonstruktion - Weg-Zeit-Diagramm, Wurfweiten, Wegschränken, Stoßmodell nach Sliibar			

- PC-Crash-Schulung zu Pkw-Pkw-, Fußgängerunfällen sowie zu Insassensimulation

Literatur:

Verpflichtend:

- BURG, Heinz, MOSER, Andreas, 2017. *Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion: Unfallaufnahme, Fahrdynamik, Simulation* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg. PDF e-Book. ISBN 978-3-658-16143-9. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-16143-9>.
- HUGEMANN, Wolfgang und Mark BENECKE, *Unfallrekonstruktion*. [Münster]: Verl. Auto-renteam. ISBN 3-00-019419-3.
- KRAMER, Florian, 2013. *Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen: Biomechanik - Simulation - Sicherheit im Entwicklungsprozess* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien. PDF e-Book. ISBN 978-3-8348-2608-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-2608-4>.
- JOHANNSEN, Heiko, 2013. *Unfallmechanik und Unfallrekonstruktion: Grundlagen der Unfallaufklärung* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien. PDF e-Book. ISBN 978-3-658-01594-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-01594-7>.
- SCHÖNEBURG, Rodolfo, 2023. *Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen: Biomechanik – Unfallvermeidung – Insassenschutz – Sensorik – Sicherheit im Entwicklungsprozess* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. PDF e-Book. ISBN 978-3-658-42806-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-42806-8>.

Empfohlen:

Keine

Anmerkungen:

Keine Anmerkungen

Werkstofftechnologie			
Modulkürzel:	Wtech_M-WR	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. - richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwick- lung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmo- dule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
Modulverantwortliche(r):	Kerschenlohr, Annegret		
Dozent(in):	Kerschenlohr, Annegret		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Werkstofftechnologie (Wtech_M-WR)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Wtech_M-WR)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	Keine		
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die Studierenden • leiten aus metallurgischen Vorgängen resultierende Bauteileigenschaften ab und evaluieren Möglichkeiten zu deren Optimierung. • bewerten die metallurgischen Zusammenhänge unterschiedlicher spanloser Fertigungsverfahren hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Prozess und die Bauteileigenschaften. • beurteilen Potenziale zur ressourcenschonenden Gestaltung von Fertigungsprozessen unter werkstofftechnischen und nachhaltigkeitsbezogenen Gesichtspunkten. • wählen für spezifische Fertigungsprozesse geeignete Legierungen aus und optimieren diese hinsichtlich ihrer verfahrens- und anwendungsrelevanten Eigenschaften. • übertragen und reflektieren die erworbenen Kenntnisse auf weitere Fertigungsverfahren und bewerten deren werkstofftechnische Besonderheiten.			
Inhalt:			
• Analyse der Eigenschaften und Qualitätsmerkmale metallischer Schmelzen sowie deren Einfluss auf Erstarrung und Gefügeausbildung beim Formguss • Bewertung der Auswirkungen thermischer und kinetischer Prozessgrößen auf die Gefügeent- wicklung metallischer Gusswerkstoffe • Analyse der Eigenschaften metallischer Pulver sowie deren Bedeutung für nachfolgende Verar- beitungsprozesse in der Pulvermetallurgie und additiven Fertigung • Untersuchung von Sinter- und Schmelzvorgängen sowie der damit verbundenen Gefügeausbil- dung unter Einfluss prozessspezifischer Parameter			

- Bewertung der Gefügeentwicklung und der resultierenden Bauteileigenschaften in der additiven Fertigung in Abhängigkeit zentraler Prozessgrößen
- Analyse der Verfahren der Einkristallherstellung sowie der resultierenden Kristalleigenschaften und deren Bedeutung für technische Anwendungen

Literatur:

Verpflichtend:

- KÖNIG, Wilfried, KLOCKE, Fritz, 2018. *Fertigungsverfahren* [online]. PDF e-Book. ISBN 978-3-662-54728-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54728-1>.

Empfohlen:

- CAMPBELL, John, 2003. *Castings: [the new metallurgy of cast metals]* [online]. Oxford u.a.: Butterworth Heinemann. PDF e-Book. ISBN 0-7506-4790-6, 978-0-7506-4790-8. Verfügbar unter: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780750647908>.
- SCHATT, Werner, 2007. *Pulvermetallurgie: Technologien und Werkstoffe*. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 3-540-23652-X, 978-3-540-23652-8.

Anmerkungen:

Bonussystem:

- Studierende erarbeiten ein Modell für den Formguss und stellen entsprechende Abgüsse her. Die Ergebnisse werden in wissenschaftlichen Berichten dokumentiert, analysiert, interpretiert und präsentiert.
- Studierende führen praktische Versuche zur Materialcharakterisierung durch. Die Ergebnisse werden ebenfalls in wissenschaftlichen Berichten dokumentiert, analysiert, interpretiert und präsentiert.
- Die Ausarbeitung der Berichte wird qualitativ bewertet. Entsprechend der Qualität der eingereichten Leistungen können Bonuspunkte vergeben werden, die auf die Prüfungsleistung angerechnet werden.
- Die maximal erreichbare Anzahl an Bonuspunkten beträgt 5 % der in der Prüfungsleistung erreichbaren Gesamtpunktzahl.

Knowledge Modeling and Machine Learning

Modulkürzel:	AUF_WissMod	SPO-Nr.:	9
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. - richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Technische Entwick- lung im Maschinenbau	Individuelle Wahlpflichtmo- dule	
Modulattribute:	Unterrichtssprache	Moduldauer	Angebotshäufigkeit
	English	1 semester	only winter term
Modulverantwortliche(r):	Botsch, Michael		
Dozent(in):	Botsch, Michael		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Knowledge Modeling and Machine Learning (AUF_WissMod)		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - lecture with integrated exercises		
Prüfungsleistungen:	LN - written exam, 90 minutes (AUF_WissMod)		
Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:	None		
Empfohlene Voraussetzungen:			
None			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Upon successful completion of the course, students will be able to, - understand and apply the mathematical foundations of statistical signal processing for knowledge modeling and machine learning. - mathematically describe, implement, and apply classical methods for classification and regres- sion models. - mathematically describe, implement and apply advanced machine learning methods for classifi- cation and regression models. - understand generative machine learning models. - use machine learning methods in automated driving applications.			
Inhalt:			
- Fundamentals of statistical signal processing (random variables, maximum likelihood and maxi- mum a posteriori parameter estimation, kernel density estimators, bias-variance decomposition, model selection procedures) - Bayes classifier and Bayes regression - Linear classification and regression models (derivation, implementation, applications) - Classification by means of "softmax", k-NN, Nadaraya-Watson regression function (derivation, implementation, applications) - Gradient descent method and automatic differentiation in reverse mode (backpropagation)			

- Multi-layer perceptron neural networks (derivation, implementation, applications)
- Deep Convolutional Neural Networks (derivation, implementation, applications)
- Expectation Maximization and Gaussian Mixture Models (derivation, implementation, applications)
- Sequence Processing, Recurrent Neural Networks, and Transformers (derivation, implementation, applications)
- Autoencoder
- Generative Adversarial Neural Networks
- Applications in the field of automated driving

Literatur:

Verpflichtend:

Keine

Empfohlen:

- 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>.
- GOODFELLOW, Ian und andere, 2018. *Deep Learning: das umfassende Handbuch: Grundlagen, aktuelle Verfahren und Algorithmen, neue Forschungsansätze*. Frechen: mitp. ISBN 978-3-95845-701-0.
- BISHOP, Christopher M., 2009. *Pattern recognition and machine learning*. New York [u.a.]: Springer. ISBN 0-387-31073-8, 978-1-4939-3843-8.
- BISHOP, Christopher M., BISHOP, Hugh, 2024. *Deep Learning: Foundations and Concepts* [online]. Cham: Springer International Publishing. PDF e-Book. ISBN 978-3-031-45468-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-45468-4>.

Anmerkungen:

None