

# Modulhandbuch

SS2025

---

*Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO  
WS 24/25)*

*Master*

---

Studien- und Prüfungsordnung: WS 24/25

Stand: 31.01.2025

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Übersicht .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>5</b>
2.1	Zielsetzung .....	6
2.2	Zulassungsvoraussetzungen .....	7
2.3	Zielgruppe .....	8
2.4	Studienaufbau .....	9
2.5	Vorrückungsvoraussetzungen .....	10
2.6	Konzeption und Fachbeirat .....	11
<b>3</b>	<b>Qualifikationsprofil .....</b>	<b>12</b>
3.1	Leitbild .....	13
3.2	Studienziele .....	14
3.2.1	Fachspezifische Kompetenzen des Studiengangs .....	14
3.2.2	Fachübergreifende Kompetenzen des Studiengangs .....	14
3.2.3	Prüfungskonzept des Studiengangs .....	15
3.2.4	Anwendungsbezug des Studiengangs .....	15
3.2.5	Beitrag einzelner Module zu den Studiengangzielen .....	17
3.3	Mögliche Berufsfelder .....	19
<b>4</b>	<b>Duales Studium .....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Modulbeschreibungen .....</b>	<b>21</b>
5.1	<b>Allgemeine Pflichtfächer .....</b>	<b>22</b>
	Verbundwerkstoffe .....	23
	Korrosion- und Oberflächentechnik .....	26
	Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik .....	28
	Wissenschaftliches Arbeiten .....	30
	Funktionswerkstoffe und ressourceneffizientes Engineering .....	32
	Werkstofftechnologie .....	34
	Metallische Leichtbauwerkstoffe .....	36
	Werkstoff- und Schadensanalytik .....	38
	Langzeitverhalten der Werkstoffe .....	40
	Masterarbeit .....	42

**5.2 Individuelle Wahlpflichtmodule ..... 44**

- Artificial Intelligence and Automotive Systems ..... 45
- Automatisiertes Fahren ..... 47
- CAE.....49
- Elektrochemie..... 52
- Engineering Processes in Automotive Industry ..... 54
- Mehrkörpersysteme ..... 56
- Plant and equipment design in hydrogen technology ..... 58
- Simulation/Numerische Methoden ..... 61
- Systems Engineering ..... 63

## 1 Übersicht

Name des Studiengangs	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering
Studienart & Abschlussgrad	Grundständiger M.Eng. in Vollzeit bzw. Teilzeit
Erstmaliges Startdatum	01.10.2024
Regelstudienzeit	3 Semester Vollzeit und 6 Semester Teilzeit
Studiendauer	3 Semester Vollzeit und 6 Semester Teilzeit
Studienort	THI Ingolstadt
Unterrichtssprache/n	Deutsch
Kooperation	keine

### Studiengangleiter:

Name: Prof. Dr.-Ing. Simon Oberhauser  
E-Mail: [simon.oberhauser@thi.de](mailto:simon.oberhauser@thi.de)  
Tel.: +49 (0) 841 / 9348-4411

## 2 Einführung

## 2.1 Zielsetzung

Der Studiengang Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering richtet sich an Absolventen der Studiengänge Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Luftfahrttechnik, erneuerbare Energien oder verwandten Studiengängen, die speziell auf dem Gebiet der Werkstofftechnik sowie modernen Technologien und dem ressourceneffizienten Umgang mit Werkstoffen zusätzliche Kompetenzen erwerben wollen. Das Masterstudium umfasst zum einen die Bereiche Werkstofftechnik und Ressourceneffizienz und zum anderen drei Wahlpflichtmodule zur individuellen Schwerpunktlegung durch die Studierenden. Der individuelle Schwerpunkt kann dadurch in Richtung Technischer Entwicklung, Wasserstofftechnologie und -wirtschaft, Fahrzeugtechnik oder Luftfahrttechnik gewählt werden. Werkstoffinteressierte Absolventen erhalten dadurch einerseits die Möglichkeit einer Vertiefung in wichtigen maschinenbaukundlichen Fächern, andererseits wird eine Erweiterung der werkstofftechnischen Kompetenzen erzielt. Bei diesem Master wird besonderer Wert auf die Vertiefung der theoretisch wissenschaftlichen Grundlagen gelegt, die nach Abschluss des Studiums eine Promotion bzw. die Arbeit im wissenschaftlichen Bereich ermöglichen. Darüber hinaus können die Studierenden ihre analytische Kompetenz, ihre Methodenkompetenz und ihre Schlüsselqualifikationen stärken.

Die Dozenten vermitteln Führungswissen und Führungstechniken, die die Absolventen zur Mitarbeit in komplexen Projekten oder deren Leitung befähigen.

Methodisch wird mehr Selbständigkeit der Studierenden gefordert. Kenntnisse aus dem Bachelor müssen selbständig auf das passende Niveau gebracht werden, so dass der Übergang zum Masterniveau möglich ist (z.B. von Technischer Mechanik zu Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik). Eigenständige Bewertungen ingenieurmäßiger Zusammenhänge werden erwartet. Die Absolventen eignen sich somit einerseits als Spezialist auf dem Arbeitsmarkt als auch als Beginner einer wissenschaftlichen Laufbahn.

## 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 Luftfahrttechnik, 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 Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering in der Fassung vom 25.03.2024 (SPO M.Eng. Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering)
- Allgemeine Prüfungsordnung (APO) der Technischen Hochschule Ingolstadt
- Immatrikulationssatzung der Technischen Hochschule Ingolstadt.

## 2.3 Zielgruppe

Der Studiengang richtet sich an Studierende

- mit ausgeprägten naturwissenschaftlichen und werkstofftechnischen Interessen sowie dem Interesse nach ressourceneffizientem Umgang mit Werkstoffen, die Interesse an einer individuellen Ausrichtung und Gestaltung des Studiums haben,
- die entsprechend ihrer persönlichen Entwicklung und Interessenlage ein individuelles Curriculum in einem vorgegebenen Rahmen gestalten möchten,
- die die Herausforderung annehmen, theoretische Studieninhalte in die praktische Umsetzung zu bringen, um dort aus den sich ergebenden Schwierigkeiten zu lernen.



## 2.4 Studienaufbau

Der Studiengang kann sowohl in Vollzeit als auch in Teilzeit absolviert werden. Im Vollzeitmodell umfassen die ersten zwei Semester theoretischen Unterricht, während im dritten Semester die Masterarbeit zum Abschluss des Studiums verfasst wird. Im Fall eines Teilzeitstudiums erstreckt sich der theoretische Unterricht über einen Zeitraum von vier Semestern. Die Masterarbeit wird hierbei nicht vor dem 5. Semester begonnen und sollte über einen Zeitraum von zwei Semestern abgeschlossen werden. Die Vorlesungen für ein Vollzeit- und ein Teilzeitstudium finden gemeinsam statt.

Im Sommersemester werden folgende fünf Pflichtmodule an der Technischen Hochschule Ingolstadt angeboten: Verbundwerkstoffe, Korrosion und Oberflächentechnik, Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik, wissenschaftliches Arbeiten. Zusätzlich ist zwei Wahlpflichtmodul zu absolvieren. Das Fach wissenschaftliches Arbeiten ist eine Vorbereitung zur Masterarbeit und kann zu einer beliebigen Zeit (Sommer- oder Wintersemester oder Semesterferien) bearbeitet werden. Hier wird ähnlich wie bei einer Masterarbeit ein Thema in enger Absprache mit dem betreuenden Professor weitgehend selbstständig bearbeitet. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Literaturrecherche, theoretische Abhandlung, numerische Simulation oder eine experimentelle Arbeit handeln.

Im Wintersemester werden die fünf Pflichtmodule Funktionswerkstoffe und ressourceneffizientes Engineering, Werkstofftechnologie, Metallische Leichtbauwerkstoffe, Werkstoff- und Schadensanalytik und Langzeitverhalten der Werkstoffe angeboten. Zudem ist ein Wahlpflichtmodul zu absolvieren.

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

Das folgende Schaubild bildet den Studienverlauf grafisch ab.

Sommersemester		
Verbundwerkstoffe	Korrosion und Oberflächentechnik	Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik
Wissenschaftliches Arbeiten	Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul
Wintersemester		
Funktionswerkstoffe und ressourceneffizientes Engineering	Werkstofftechnologie	Metallische Leichtbauwerkstoffe
Werkstoff- und Schadensanalytik	Langzeitverhalten der Werkstoffe	Wahlpflichtmodul
3. Semester		
Masterarbeit		

## 2.5 Vorrückungsvoraussetzungen

## 2.6 Konzeption und Fachbeirat

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

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

### 3 Qualifikationsprofil

### 3.1 Leitbild

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

Konkretisiert wird das Leitbild durch fünf Leitsätze:

**Wir schaffen Innovationen und leben Nachhaltigkeit –**

**Technik und Wirtschaft sind unser Fokus.**

**Wir entwickeln Persönlichkeiten für die Berufswelt der Zukunft.**

**Wir gestalten den Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft.**

**Wir lehren, forschen und arbeiten international und interdisziplinär.**

**Wir agieren menschlich, leidenschaftlich und weltoffen**

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

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

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

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

## 3.2 Studienziele

### 3.2.1 Fachspezifische Kompetenzen des Studiengangs

- Fachkompetenzen:
  - Erweiterung der mechanischen Grundkenntnisse auf Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik
  - Vertiefte Kenntnisse von mechanischen und thermischen Belastungen auf die Schädigung von Werkstoffen und Komponenten sowie deren Analytik
  - Erweiterung der Kenntnisse zu Funktionswerkstoffen und ressourceneffizientem Umgang mit Werkstoffen
  - Erweiterung der Werkstoffgrundkenntnisse auf Faserverbundwerkstoffe
  - Erweiterung der Grundkenntnisse des Einflusses metallischer Fertigungsverfahren auf die mechanischen Eigenschaften und Herstellungsfehler
  - Vertiefte Kenntnisse des Werkstoffverhalts unter zyklischer, statischer und thermischer Belastung über lange Zeiten
  - Höhere naturwissenschaftliche Fachkenntnisse
  - Kenntnisse in Statistik
  - Erweiterte Kenntnisse in Korrosion und Oberflächentechnik

### 3.2.2 Fachübergreifende Kompetenzen des Studiengangs

- Methodenkompetenzen:
  - Methoden der Fertigung, der Korrosion- und Oberflächentechnik
  - Zuverlässigkeitsbetrachtung von Maschinen- und Fahrzeugkomponenten unter Berücksichtigung der Werkstoffkonzepte
  - Auswahl und Berechnung von Bauteilvarianten mit metallische Leichtbauwerkstoffe
  - Ressourceneffizienter Einsatz von Werkstoffen und Umgang mit Werkstoffen
  - Verbindung von Ergebnissen aus Simulation und Versuch sowie deren kritische Bewertung
  - Ingenieurwissenschaftliche Verfahren und Methoden oberhalb des Bachelorniveaus
- Sozialkompetenzen:
  - Management von technischen Entwicklungsprojekten

- Präsentation und Dokumentation technischer Themen
- Teamarbeit in einem multidisziplinären Entwicklungsverbund
- Selbstkompetenzen:
  - Selbstständige Wissensaneignung
  - kritischer Umgang mit technischen Themen

### 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

Der Studiengang Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering richtet sich an Absolventen der Bachelorstudiengänge Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Luftfahrttechnik, erneuerbare Energien oder verwandten Studiengängen, die speziell auf dem Gebiet der Werkstofftechnik sowie modernen Technologien und dem ressourceneffizienten Umgang mit Werkstoffen zusätzliche Kompetenzen erwerben wollen. Der individuelle Schwerpunkt kann dadurch in Richtung Technischer Entwicklung, Wasserstofftechnologie und -wirtschaft, Fahrzeugtechnik oder Luftfahrttechnik gewählt werden. Werkstoffinteressierte Absolventen erhalten dadurch einerseits die Möglichkeit einer Vertiefung in wichtigen maschinenbaukundlichen Fächern, andererseits wird eine Erweiterung der werkstofftechnischen Kompetenzen erzielt. Bei dem Entwurf des Studiengang-Curriculums wurde besonderer Wert auf die Vertiefung der theoretisch-wissenschaftlichen Grundlagen in Bezug auf wichtige technische Anwendungsfälle gelegt.

Absolventen des Masterstudiengangs Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering 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 Produktion, Qualitätsbewertung, Qualitätsmanagement sowie in der Fehlersuche als auch Fehlerbewertung anzuwenden. Sie können durch ihr vertieftes Wissen eine eigenständige und neuar-

tige technische Idee in der Entwicklung, Konstruktion, Werkstofftechnik und deren Zuverlässigkeitsbetrachtung selbständig umsetzen und dabei moderne Methoden der wissenschaftlichen Disziplinen verstehen, auf ein konkretes praktisches Problem anwenden und weiterentwickeln. Sie entwickeln Lösungen zu technischen Fragestellungen bei Verbundwerkstoffen, des Werkstoffverhaltens, der Zuverlässigkeit von Werkstoffsystemen unter thermischen und mechanischen Beanspruchungen und der Bauteil- und Werkstoffanalytik, auch unter Einbeziehung der Disziplinen der System- und Verfahrenstechnik. Zusätzlich werden sie auf die ressourceneffiziente Auswahl von Werkstoffen und den Umgang mit diesen vorbereitet. Außerdem wenden sie ihr breites ingenieurwissenschaftliches Wissen an, um Entscheidungsprozesse im Management und in der Projektleitung vorzubereiten, zu steuern und zu bewerten sowie interdisziplinär zu arbeiten und ihre technischen Teamfähigkeiten anzuwenden.

Masterarbeitsthemen und wissenschaftliche Seminarthemen stammen aus vielen Bereichen, da die Werkstofftechnik in allen technischen Zweigen eine wichtige Rolle spielt. Es ist zu bemerken, dass die Themen häufig aus der Automobil- und Luftfahrtbranche gestellt werden.

In den letzten Jahren ist z.B. der Übergang vom Verbrennungsmotorzeitalter zum Elektroautozeitalter deutlich erkennbar. So sind werkstofftechnische Konzepte im Bereich des Elektromotors, des Fahrwerks und der Batterietechnik als Themen hervorzuheben. Auch Leichtbaukonzepte z.B. Aluminium- und Faserverbundbauweisen und deren Fügekonzepte gehören zu den wichtigen Themen. Auch die Themen der Aufbau- und der Verbindungstechnik von Lötstellen für die Mikroelektronik weisen eine hohe Relevanz auf. Die additive Fertigung gehört vermehrt zu der Gruppe der häufig zu bearbeitenden Themen. Zusätzlich wird der ressourceneffiziente Umgang mit Werkstoffen in Kombination mit modernen Technologien sowie ganzheitliche Lösungsstrategien bei der Entwicklung, dem Einsatz und dem Recycling technischer Systeme immer wichtiger.



### 3.2.5 Beitrag einzelner Module zu den Studiengangzielen

	Module	Ziele des Studiengangs												
		Verbundwerkstoffe	Korrosion und Oberflächentechnik	Betriebfestigkeit und Bruchmechanik	Funktionswerkstoffe und ressourceneffizientes Engineering	metallische Leichtbauwerkstoffe	Werkstoff- und Schadensanalytik	Langzeitverhalten der Werkstoffe	Werkstofftechnologie	Individuelles Wahlpflichtmodul 1 (abhängig vom gewählten Thema)	Individuelles Wahlpflichtmodul 2 (abhängig vom gewählten Thema)	Individuelles Wahlpflichtmodul 3 (abhängig vom gewählten Thema)	Wissenschaftliches Arbeiten (abhängig vom gewählten Thema)	Masterarbeit (abhängig vom gewählten Thema)
<b>Fachkompetenz</b>	Erkennen und Beurteilen systematischer Abhängigkeiten in technischen Systemen	+	+		++	+	++	+		...	...	...	...	...
	Vertiefung der theoretisch-wissenschaftlichen Grundlagen	++	+		+	++	++	++	++	...	...	...	...	...
	Strategien des Leichtbaus vertiefen	++		++	+	+				...	...	...	...	...
	ressourceneffizienter Umgang mit Materialien	+	++	+	++	+	+	+	+					
	Tiefgehendes Verständnis werkstofftechnischer Systeme	++	++		++	++	+	++	++	...	...	...	...	...
<b>Methodenkompetenzen</b>	Methodisches Konstruieren	+			+					...	...	...	...	...
	Bewertung von Simulationen und realen Systemen			++						...	...	...	...	...
	Ganzheitliche Betrachtung werkstofftechnischer Systeme	+	++	+	++	+	++	+	++	...	...	...	...	...
	Wissenschaftliches Arbeiten (z.B. Vorbereitung zur Promotion)					+	++	++		...	...	...	++	++
	Gemeinsames Arbeiten an größeren Arbeitsaufträgen in Teams							++						++
	Wissenschaftlicher Diskurs							+					++	++
<b>Selbstkompetenzen</b>	Zeitmanagement			+			++							++
	Selbstorganisation						++						++	++
	Analytische Kompetenz	+	++	+	+	+	++	++	+	+	+	++	+	
	Sichere Darstellung wissenschaftlicher Zusammenhänge					+	++	++				++	++	

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.

- Verbundwerkstoffe – G002, C024, C102, C106
- Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik – C022, C106
- Korrosion und Oberflächentechnik – C024, C209
- Hochleistungswerkstoffe C102, C106
- Werkstoff- und Schadensanalytik C101, C102, C106
- Langzeitverhalten der Werkstoffe C102, C106
- Metallurgie der Fertigungsverfahren C003, C101, C102

### 3.3 Mögliche Berufsfelder

Der weiterqualifizierende Masterstudiengang Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering baut inhaltlich auf den grundständigen Bachelorstudiengang Maschinenbau und dazu inhaltlich verwandte Studiengänge wie z.B. Fahrzeugtechnik, Luftfahrttechnik, erneuerbare Energien auf. 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.

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

- Technische Entwicklung
- Werkstofftechnik
- Konstruktion
- Qualitätssicherung
- Schadensanalyse
- Erneuerbare Energien

## 4 Duales Studium

In Kooperation mit ausgewählten Praxispartnern kann der Studiengang Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering 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**

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

Organisatorisch zeichnet sich das duale Studiengangmodell durch folgende Bestandteile aus:

- **Mentoring**

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

- **Qualitätsmanagement**

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

- **„Forum dual“**

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

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

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

- Abschlussarbeit

Nähere Beschreibungen befinden sich in der entsprechenden Modulbeschreibung.

## 5 Modulbeschreibungen

## 5.1 Allgemeine Pflichtfächer

<b>Verbundwerkstoffe</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	VerbWkst_M-WR	<b>SPO-Nr.:</b>	1
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Pflichtfach	
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	Winter- und Sommersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Tetzlaff, Ulrich		
<b>Dozent(in):</b>	Burger, Uli; Tetzlaff, Ulrich		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	1: Verbundwerkstoffe (VerbWkst_M-WR)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (VerbWkst_M-WR)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (VerbWkst_M-WR)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundgedanken des Langfaserverstärkten Profil- Flächentragwerkbaus</li> <li>• kennen die Fasern Carbon, E-Glas, Aramid, Bor und Basalt</li> <li>• kennen die Harzsysteme Epoxid, PUR, Thermoplaste (Grundlagen Kunststoffe)</li> <li>• kennen die mechanischen Verbundeigenschaften, in Abhängigkeit, von der Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt, Grenzflächenhaftung Faserwerkstoffen</li> <li>• können mit der klassischen Laminattheorie Composite Strukturen berechnen</li> <li>• können Versagenskriterien anwenden nach Tsai, Wu, Hill, Jones, Puck, Geier</li> <li>• können die grundlegenden Schadensmechanismen</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die grundlegenden Fertigungsverfahren von langfaserverstärkten Tragwerken, wie RTM, DP-RTM, Autoklav, Handlaminieren, Thermopressen, Vakuumsackverfahren</li> <li>• kennen die grundlegende Methodik des Wickelverfahrens, Tapeablegeverfahrens, Pre-Preg, Pultrusion, SMC, BMC</li> <li>• kennen die grundlegenden thermoplastischen Herstellungsverfahren: Organobleche, LFT-G, LFT-D, GMT</li> <li>• können Verbindungsarten und Fügeverfahren für FVW nennen</li> <li>• können in der Praxis Composite Strukturen berechnen, auslegen und bewerten</li> </ul>
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Laminattheorie (CLT), Mikromechanik nach Jones, Definition UD-Schicht und Makro-Mechanik, monolytische Bauweise, Grundlagen der Sandwichbauweise</li> <li>• Plattentheorie und Leistungskonjugation der Schnittgrößen zur Verzerrung, Koordinatentransformation</li> <li>• Faser- und Matrixwerkstoffe (Eigenschaften, Anwendung)</li> <li>• Verbundeigenschaften</li> <li>• Schadensmechanik und Festigkeitsbeurteilung von FVW, interlaminares Scherversagen, Ply-by-ply Untersuchung</li> <li>• Festigkeitsbewertung nach den bekannten Verfahren und Hypothesen der Kontinuumsmechanik für Compositewerkstoffe</li> <li>• Symmetrische, ausgeglichene monolytische Verbunde und ausgeglichene Verbunde und deren Kopplungsmechanik</li> <li>• Bauteilbeispiele aus der Praxis mit Schwerpunkt Luftfahrttechnik</li> <li>• Fertigungsverfahren für monolytische Verbunde und Sandwich, praktische Beispiele und Exkursion zu einem Fertigungsbetrieb</li> <li>• Aushärtemechanik und -chemie für Duomere und Thermoplasten, Autoklavfertigung, Glasübergangstemperatur, Verarbeitung unterschiedlicher duroplastischer und thermoplastischer Werkstoffe</li> <li>• Kennwerte, Festigkeit, Steifigkeit von allen gängigen Fasern</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p><i>Verpflichtend:</i> Keine</p> <p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BERGMANN, Heinrich W., 1992. <i>Konstruktionsgrundlagen für Faserverbundbauteile</i>. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 3-540-54628-6, 0-387-54628-6</li> <li>• EHRENSTEIN, Gottfried W., 2006. <i>Faserverbund-Kunststoffe: Werkstoffe, Verarbeitung, Eigenschaften</i> [online]. München [u.a.]: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-45754-6, 3-446-22716-4. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.3139/9783446457546">https://doi.org/10.3139/9783446457546</a>.</li> <li>• NEITZEL, Manfred, 2014. <i>Handbuch Verbundwerkstoffe: Werkstoffe, Verarbeitung, Anwendung</i> [online]. München: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-43696-1, 978-3-446-43697-8. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.3139/9783446436978">https://doi.org/10.3139/9783446436978</a>.</li> <li>• CHAWLA, Krishan K., 2019. <i>Composite materials: science and engineering</i>. Cham, Switzerland: Springer. ISBN 978-3-030-28985-0, 978-3-030-28982-9</li> <li>• WITTEN, Elmar, ASSMANN, Wolfgang, 2013. <i>Handbuch Faserverbundkunststoffe - Composites: Grundlagen, Verarbeitung, Anwendungen</i> [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-658-02755-1. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-658-02755-1">https://doi.org/10.1007/978-3-658-02755-1</a>.</li> <li>• JONES, Robert M., 1999. <i>Mechanics of composite materials</i>. Philadelphia, PA: Taylor &amp; Francis. ISBN 1-56032-712-X</li> <li>• PUCK, Alfred, 1996. <i>Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten: Modelle für die Praxis</i>. München ; Wien: Hanser. ISBN 3-446-18194-6</li> <li>• NIU, Chunyun, 2010. <i>Composite airframe structures: practical design information and data</i>. Hong Kong: Conmilit Press. ISBN 978-962-7128-11-3, 962-7128-11-2</li> </ul>



- PETERS, Stan T., 1998. *Handbook of composites*. London [u.a.]: Chapman & Hall. ISBN 0-412-54020-7
- 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
- SCHÜRMAN, 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>.
- SCHÜRMAN, Helmut, 2005. *Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden* [online]. Berlin [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 3-540-40283-7, 978-3-540-40283-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/b137636>.
- WIEDEMANN, Johannes, 2007. *Leichtbau: Elemente und Konstruktion* [online]. Berlin [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 3-540-33656-7, 978-3-540-33656-3. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-33657-0>.
- N.N., . *Composites Materials Handbook (CMH) 17, Vol. 1-6*.
- N.N., . *Handbuch Strukturberechnung (HSB)* .
- N.N., . *Luftfahrttechnisches Handbuch - Faserverbund Leichtbau (LTH-FL)* .
- N.N., . *VDI2014: Entwicklung von Bauteilen aus Faserverbund, Teil 1-3*.
- N.N., . Aktuelle Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge: Composite World, Flight International,....  
In: .

**Anmerkungen:**

Keine Anmerkungen

<b>Korrosion- und Oberflächentechnik</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	KorOT_M-WR	<b>SPO-Nr.:</b>	2
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Pflichtfach	
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	Winter- und Sommersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Oberhauser, Simon		
<b>Dozent(in):</b>	Oberhauser, Simon		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	2: Korrosion- und Oberflächentechnik (KorOT_M-WR)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/PR - Seminaristischer Unterricht/Praktikum		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (KorOT_M-WR)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>kennen den Mechanismus der Korrosion einschließlich seiner relevanten thermodynamischen und kinetischen Einflussfaktoren, können verschiedene Korrosionsformen erkennen und den jeweiligen Korrosionsursachen zuordnen.</li> <li>kennen die wichtigsten Korrosionsprüfungen einschließlich elektrochemischer Methoden und können ihre Ergebnisse sinnvoll interpretieren.</li> <li>kennen wichtige korrosionsbeständige Werkstoffe aus der Gruppe der Leichtmetalle, der hochlegierten Stähle sowie der Nickel und Kupferbasiswerkstoffe. Sie kennen deren Einsatzmöglichkeiten und Grenzen und können auf dieser Basis für konkrete Anwendungsfälle eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Werkstoffauswahl treffen.</li> </ul>			

- sind informiert über die verbreitetsten Möglichkeiten, wenig korrosionsbeständige Werkstoffe mit Hilfe von Beschichtungen und Überzügen zu schützen. Sie kennen die einschlägigen Methoden und Prozesse und sind in der Lage zu entscheiden, welches Verfahren zu einem gegebenen Bauteil und den dort herrschenden Anforderungen passt.
- kennen die Grundregeln des konstruktiven Korrosionsschutzes und sind daher in der Lage korrosionsbedingte Schwachstellen bereits in der Konzept- und Konstruktionsphase zu vermeiden
- wissen Bescheid darüber, wie sich Fügeverfahren sowie die Prozessfolge im gesamten Herstellprozess auf das Ergebnis hinsichtlich des Korrosionsschutzes auswirken. Sie sind daher in der Lage korrosionsschutzgerechte Fügeverfahren auszuwählen und möglichst günstige Fertigungsabläufe zu planen.

**Inhalt:**

- Theoretische Grundlagen Korrosion, Methoden der Elektrochemie, Korrosionsprüfung
- Mechanische Einflüsse auf das Korrosionsgeschehen
- Korrosionsbeständige Werkstoffe mit ihren Möglichkeiten, Grenzen und ihren Sonderkorrosionsformen
- Korrosionsschutz durch Beschichtungen, Vorbehandeln und Vorbereiten, Beschichtungsprozesse, Beschichtungsstoffe
- Korrosionsschutz durch Überzüge, Verfahren und Materialien
- Grundbegriffe des konstruktiven Korrosionsschutzes
- Fügeverfahren und Korrosion

**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

*Empfohlen:*

Keine

**Anmerkungen:**

Keine Anmerkungen

<b>Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	BFuBM_M-WR	<b>SPO-Nr.:</b>	3
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Pflichtfach	
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Sommersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Diel, Sergej		
<b>Dozent(in):</b>	David, Patrick; Diel, Sergej; Dörnhöfer, Andreas; Müller, Christian		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	3: Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik (BFuBM_M-WR)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (BFuBM_M-WR)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (BFuBM_M-WR)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die Grundlagen der Ermüdungsfestigkeit kennen</li> <li>• werden mit den Begriffen „Beanspruchung“ und „Beanspruchbarkeit“ vertraut gemacht</li> <li>• lernen die Methoden der experimentellen und numerischen Beanspruchungsermittlung kennen</li> <li>• kennen unterschiedliche Prüfverfahren in der Praxis</li> <li>• können Lastkollektive ableiten</li> <li>• lernen die Grundlagen der Bruchmechanik kennen</li> <li>• sind in der Lage, die Lebensdauer bzw. die Restlebensdauer von Bauteilen vorherzusagen</li> </ul>			
<b>Inhalt:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Ermüdungsfestigkeit</li> </ul>			

- 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:*

Keine

*Empfohlen:*

Keine

**Anmerkungen:**

Keine Anmerkungen

<b>Wissenschaftliches Arbeiten</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	WisArb_M-MR	<b>SPO-Nr.:</b>	4
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Pflichtfach	1
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	Winter- und Sommersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Tetzlaff, Ulrich		
<b>Dozent(in):</b>	Tetzlaff, Ulrich		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	4: Wissenschaftliches Arbeiten (WisArb_M-MR)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	S - Seminar (WisArb_M-MR)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	SA mit Koll (schriftliche Ausarbeitung 8-15 Seiten, Präsentation 15-20 Folien, mündliche Prüfung 15 Minuten) (WisArb_M-MR)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
<p>Die Studierenden sollen zu selbständigem wissenschaftlichen Arbeiten befähigt werden. Das zu bearbeitende Thema muss einem wissenschaftlichen Anspruch auf Masterniveau gerecht werden und soll einen aktuellen Bezug zur Forschung haben.</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können eine komplexe fachliche Aufgabenstellung über ein Semester hinweg erfolgreich bearbeiten und lösen</li> <li>• 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</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"><li>• können die erzielten Literaturrecherchen/Theoretischen Ausarbeitungen/Projektergebnisse kompetent diskutieren, überzeugend präsentieren und nach technisch-wissenschaftlichen Standards dokumentieren</li><li>• können fachübergreifende Zusammenhänge erarbeiten und verstehen das Zusammenwirken verschiedener Fachdisziplinen im Ingenieurwesen</li><li>• besitzen ausgeprägte Methoden- und Sozialkompetenz</li></ul>
<b>Inhalt:</b>
<p>Inhaltlich muss die Themenstellung relevant im Bereich Werkstofftechnik oder Maschinenbau sein. Folgende Ausarbeitungsarten können in diesem Modul abgedeckt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Literaturrecherche</li><li>• Praktische Umsetzung, Experimente und anschließende Analyse</li><li>• Theoretische Ausarbeitung</li></ul>
<b>Literatur:</b>
<p><i>Verpflichtend:</i> Keine</p> <p><i>Empfohlen:</i> Keine</p>
<b>Anmerkungen:</b>
<p>Die Organisationsform wird vom Dozierenden festgelegt. Es ist die Themenvergabe an einzelne Studierende, an Kleingruppen oder auch an ein Projektteam möglich.</p> <p>Prüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Seminararbeit: schriftliche Ausarbeitung 8 - 15 Seiten</li><li>• Präsentation: 15 Minuten mit 10 - 20 Folien.</li></ul>

<b>Funktionswerkstoffe und ressourceneffizientes Engineering</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	FWStuRE_M-WR	<b>SPO-Nr.:</b>	5
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Pflichtfach	1
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Oberhauser, Simon		
<b>Dozent(in):</b>	Kerschenlohr, Annegret; Lohr, Christoph; Oberhauser, Simon; Tetzlaff, Ulrich		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	5: Funktionswerkstoffe und ressourceneffizientes Engineering (FWStuRE_M-WR)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/PR - Seminaristischer Unterricht/Praktikum		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (FWStuRE_M-WR)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen den ressourceneffizienten Umgang mit Werkstoffen</li> <li>• kennen &amp; verstehen verschiedene Funktionswerkstoffe und Funktionsschichten</li> <li>• können metallurgische Prozesse verstehen und auf andere Anwendungen übertragen</li> <li>• verstehen die Grundlagen der Tribologie</li> </ul>			
<b>Inhalt:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schichttechnologie Halbleitertechnik</li> <li>• Funktionskeramiken</li> <li>• Stahlherstellung über Wasserstoffreduktion</li> <li>• Tribologie</li> </ul>			



- Metallurgie der Zinnbasislote
- Elektroblech
- Werkstoffe in der Batterietechnik und Elektrolyse
- Polymere als Funktionswerkstoffe
- Hartote
- elektrische Leiterwerkstoffe, Einsatz von Schichten und elektrische Steckkontakte
- Case studies zum ressourceneffizienten Einsatz von Materialien

**Literatur:**

*Verpflichtend:*

- CALLISTER, William D., David G. RETHWISCH und Michael SCHEFFLER, 2020. *Materialwissenschaften und Werkstofftechnik: Eine Einführung*. [8. Auflage. Weinheim: Wiley-VCH GmbH. ISBN 978-3-527-83322-1, 978-3-527-83323-8

*Empfohlen:*

Keine

**Anmerkungen:**

Keine Anmerkungen

<b>Werkstofftechnologie</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	Wtech_M-WR	<b>SPO-Nr.:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Pflichtfach	1
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Kerschenlohr, Annegret		
<b>Dozent(in):</b>	Kerschenlohr, Annegret		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	6: Werkstofftechnologie (Wtech_M-WR)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (Wtech_M-WR)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (Wtech_M-WR)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben grundlegende Kenntnisse der metallurgischen Vorgänge bei spanlosen Fertigungsverfahren</li> <li>erkennen die metallurgischen Zusammenhänge der verschiedenen spanlosen Fertigungsverfahren</li> <li>können dazu beitragen, Fertigungsprozesse, durch ressourcenschonende Maßnahmen im Prozess und bei der Werkstoffauswahl, zu optimieren</li> </ul>			
<b>Inhalt:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften, Qualität und Erstarrung von metallischen Schmelzen sowie deren Gefügeausbildung in Abhängigkeit von Prozessgrößen beim Formguss und bei der Einkristallherstellung</li> <li>Eigenschaften von metallischen Pulvern, Sintervorgänge bzw. Schmelzvorgänge und Gefügeausbildung im Rahmen der Pulvermetallurgie und der additiven Fertigung in Abhängigkeit von typischen Prozessgrößen</li> </ul>			

<b>Literatur:</b>
<i>Verpflichtend:</i> Keine
<i>Empfohlen:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• CAMPPELL, John, 2003. <i>Castings</i>. ISBN 0-7506-4790-6</li><li>• SCHATT, Werner, . <i>Pulvermetallurgie, Technologien und Werkstoffe</i>. ISBN 978-3-540-23652-8</li><li>• KÖNIG, Wilfried, . <i>Fertigungsverfahren</i>. ISBN 978-3-662-54728-1</li></ul>
<b>Anmerkungen:</b>
Keine Anmerkungen

<b>Metallische Leichtbauwerkstoffe</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	MetLb_M-WR	<b>SPO-Nr.:</b>	7
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Pflichtfach	1
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Kerschenlohr, Annegret		
<b>Dozent(in):</b>	Kerschenlohr, Annegret		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	7: Metallische Leichtbauwerkstoffe (MetLb_M-WR)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (MetLb_M-WR)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (MetLb_M-WR)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte</li> <li>• verstehen den Aufbau von metallischen Werkstoffen für den Leichtbau und für Hochtemperaturanwendungen</li> <li>• können mit diesen Kenntnissen die mechanischen und die physikalischen Eigenschaften der Werkstoffe erklären und auf Anwendungen schließen</li> <li>• kennen Hochleistungswerkstoffe aus der Natur und können Potentiale für technische Werkstoffe ableiten</li> </ul>			
<b>Inhalt:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau, Eigenschaften und Anwendungen von ausgewählten Konstruktionswerkstoffen für den Leichtbau und Hochtemperaturanwendungen</li> </ul>			

- Einfluss von Legierungselementen in diesen Werkstoffsystemen auf Struktur- und Gefügeausbildung sowie die resultierenden Eigenschaften
- Aufbau und Eigenschaften von Materialien aus der Natur und Übertrag auf technische Hochleistungswerkstoffe

**Literatur:**

*Verpflichtend:*

Keine

*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 BÜRCEL, 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://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527611089>.
- OETTEL, Heinrich, 2025. *Schumann Metallografie*. 16. Auflage. ISBN 978-3-527-35106-0

**Anmerkungen:**

Keine Anmerkungen

<b>Werkstoff- und Schadensanalytik</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	WstuSchad_M-WR	<b>SPO-Nr.:</b>	8
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Pflichtfach	1
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Oberhauser, Simon		
<b>Dozent(in):</b>	Oberhauser, Simon; Tetzlaff, Ulrich		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	8: Werkstoff- und Schadensanalytik (WstuSchad_M-WR)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	: SU/PR - Seminaristischer Unterricht/Praktikum		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	LN - mündliche Prüfung, 15 Minuten (WstuSchad_M-WR)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen grundlegende werkstofftechnische Untersuchungsmethoden und können diese anwenden</li> <li>• kennen die Grundlagen der Schadensanalyse bei metallischen Bauteilen</li> <li>• kennen verschiedenen Untersuchungsverfahren und können diese anwenden</li> <li>• planen und führen eigenständig eine Schadensanalyse durch</li> <li>• wenden bereits Erlerntes und Bekanntes aus dem Bachelorstudium auf Schadensfälle an</li> <li>• bewerten Untersuchungsergebnisse, diskutieren diese und fassen diese zusammen</li> <li>• arbeiten Berichte/Präsentationen aus</li> <li>• verbessern ihre Präsentationstechnik bei der Vorstellung von Zwischenergebnissen</li> <li>• lernen in der Gruppe zusammen zu arbeiten, Untersuchungen zu planen und den Ablauf im Rahmen der Gruppenarbeit zu organisieren</li> </ul>			

<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeiten in Untersuchungsmethoden (Metallographie, Legierungsanalyse, Elektronenmikroskopie, Röntgenbeugung, Fraktographie, etc.) zur Schadensanalytik</li> <li>• Vorgehensweise bei einer Schadensanalyse</li> <li>• Selbstständige Anwendung der Untersuchungsmethoden</li> <li>• Instandhaltungsverfahren</li> <li>• Reparaturmaßnahmen</li> <li>• Aus Fehlern lernen: Abhilfemaßnahmen und Risikomanagement</li> <li>• Gruppenarbeit</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p><i>Verpflichtend:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BÜRCEL, Ralf, RICHARD, Hans Albert, RIEMER, Andre, 2014. <i>Werkstoffmechanik: Bauteile sicher beurteilen und Werkstoffe richtig einsetzen</i> [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-03935-6. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-658-03935-6">https://doi.org/10.1007/978-3-658-03935-6</a>.</li> <li>• NEIDEL, Andreas, ENGEL, Lothar, KLINGELE, Hermann, MATIJASEVIC-LUX, Biljana, GROSCHE, Johann, VÖLKER, Jörg, WANZEK, Horst, 2012. <i>Handbuch Metallschäden: REM-Atlas und Fallbeispiele zur Ursachenanalyse und Vermeidung</i> [online]. München: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-42966-6. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.3139/9783446429666?locatt=mode:legacy">https://doi.org/10.3139/9783446429666?locatt=mode:legacy</a>.</li> <li>• SCHMITT-THOMAS, Karlheinz Günter, 2015. <i>Integrierte Schadenanalyse: Technikgestaltung und das System des Versagens</i> [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-46134-1. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-662-46134-1">https://doi.org/10.1007/978-3-662-46134-1</a>.</li> <li>• LANGE, Günter, POHL, Michael, 2014. <i>Systematische Beurteilung technischer Schadensfälle</i> [online]. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA PDF e-Book. ISBN 978-3-527-68316-1, 978-3-527-68320-8. Verfügbar unter: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527683161">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527683161</a>.</li> <li>• BROOKS, Charlie R. und Ashok CHOUDHURY, 2002. <i>Failure analysis of engineering materials</i>. New York [u.a.]: McGraw-Hill. ISBN 0-07-135758-0</li> <li>• OETTEL, Heinrich und Hermann SCHUMANN, 2016. <i>Metallografie: mit einer Einführung in die Keramografie</i>. 15. Auflage. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN 978-3-527-32257-2</li> <li>• BIERMANN, Horst, KRÜGER, Lutz, 2015. <i>Moderne Methoden der Werkstoffprüfung</i> [online]. Weinheim: Wiley-VCH PDF e-Book. ISBN 978-3-527-67067-3, 978-3-527-67070-3. Verfügbar unter: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527670673">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527670673</a>.</li> <li>• LENG, Yang, 2013. <i>Materials characterization: introduction to microscopic and spectroscopic methods</i> [online]. Weinheim: Wiley-VCH PDF e-Book. ISBN 978-3-527-67077-2, 978-3-527-67078-9. Verfügbar unter: <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527670772">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527670772</a>.</li> <li>• HORNBOGEN, Erhard, SKROTZKI, Birgit, 2009. <i>Mikro- und Nanoskopie der Werkstoffe</i> [online]. Berlin: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-540-89946-4. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-540-89946-4">https://doi.org/10.1007/978-3-540-89946-4</a>.</li> <li>• HEINE, Burkhard, 2015. <i>Werkstoffprüfung: Ermittlung der Eigenschaften metallischer Werkstoffe ; mit 363 Bildern und zahlreichen Tabellen</i> [online]. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag PDF e-Book. ISBN 978-3-446-44505-5. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.3139/9783446445055?locatt=mode:legacy">https://doi.org/10.3139/9783446445055?locatt=mode:legacy</a>.</li> </ul> <p><i>Empfohlen:</i></p> <p>Keine</p>
<p><b>Anmerkungen:</b></p> <p>Keine Anmerkungen</p>

<b>Langzeitverhalten der Werkstoffe</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	LZVWkst_M-WR	<b>SPO-Nr.:</b>	9
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Pflichtfach	1
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Tetzlaff, Ulrich		
<b>Dozent(in):</b>	Tetzlaff, Ulrich		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	78 h	
	Gesamtaufwand:	125 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	9: Langzeitverhalten der Werkstoffe (LZVWkst_M-WR)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/PR - Seminaristischer Unterricht/Praktikum (LZVWkst_M-WR)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (LZVWkst_M-WR)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Hauptuntersuchungsgebiete der langfristigen Werkstoffschädigung bei metallischen Werkstoffen (Kriechen und Ermüdung)</li> <li>• kennen und verwenden die fachspezifische Terminologie sicher</li> <li>• können Versuchssysteme beschreiben und mögliche Einflussgrößen auf das Materialverhalten identifizieren</li> <li>• den Einfluss der Umweltbedingungen auf das Materialverhalten erklären und diskutieren</li> <li>• lernen verschiedenen Methoden zur Lebensdauerabschätzungen kennen</li> <li>• lernen Möglichkeiten kennen, das Auftreten langfristiger Werkstoffschädigung zu verzögern</li> <li>• kennen den Aufbau und die Funktionsweise von verschiedenen Materialprüfgeräten</li> <li>• wenden gelernte Methoden auf Problemstellungen im Praktikum an</li> </ul>			



<ul style="list-style-type: none"><li>• lösen Aufgaben einzeln oder in Kleingruppen</li><li>• diskutieren und interpretieren im Team die aus selbständig durchgeführten Versuchen gewonnenen Daten</li><li>• können wissenschaftlich arbeiten und Ergebnisse präsentieren</li></ul>
<b>Inhalt:</b>
<p>Kriechen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Übersicht über Kriechmechanismen</li><li>• Gleichungen zur Beschreibung des Kriechverhaltens</li><li>• Interpretation von Versuchsergebnissen</li><li>• Verschiedene theoretische und empirische Methoden der Lebensdauerabschätzung</li><li>• Strategien zur Reduzierung der Kriechverformung Ermüdung:</li><li>• Low Cycle Fatigue und High Cycle Fatigue</li><li>• Übersicht der Ermüdungsmechanismen</li><li>• Übersicht der Ermüdungsfestigkeit in Abhängigkeit verschiedener Parameter</li><li>• Mathematische Beschreibung des Ermüdungsverhaltens</li><li>• Einfluss der Mikrostruktur auf die Ermüdungseigenschaften metallischer Werkstoffe</li><li>• Probeneinflüsse auf die Anrissbildung</li></ul>
<b>Literatur:</b>
<p><i>Verpflichtend:</i> Keine</p> <p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• EVANS, Russell W. und Brian WILSHIRE, 1993. <i>Introduction to creep</i>. London: Inst. of Materials. ISBN 0-901462-64-0</li><li>• MAIER, Hans Jürgen, Thomas NIENDORF und Ralf BÜRGEL, 2019. <i>Handbuch Hochtemperatur-Werkstofftechnik: Grundlagen, Werkstoffbeanspruchungen, Hochtemperaturlegierungen und -beschichtungen</i>. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-25313-4</li><li>• CHRIST, Hans-Jürgen, 2009. <i>Ermüdungsverhalten metallischer Werkstoffe</i>. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN 978-3-527-31340-2, 3-527-31340-0</li><li>• SURESH, S., 1998. <i>Fatigue of materials</i>. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press. ISBN 0-521-57046-8, 0-521-57847-7</li></ul>
<b>Anmerkungen:</b>
Keine Anmerkungen

<b>Masterarbeit</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	MA_M-WR	<b>SPO-Nr.:</b>	11
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Pflichtfach	3
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch/Englisch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Oberhauser, Simon		
<b>Dozent(in):</b>			
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	30 ECTS / 0 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	0 h	
	Selbststudium:	750 h	
	Gesamtaufwand:	750 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	11: Masterarbeit (MA_M-WR)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	Wissenschaftliche Graduierungsarbeit		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	Master-Abschlussarbeit (MA_M-WR)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
<p>Mit der Anfertigung und dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das erlernte Fachwissen sowie wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse auf komplexe Problemstellungen aus dem Fachgebiet der Werkstofftechnik und anderen technischen Fragestellungen anzuwenden,</li> <li>• sich selbstständig innerhalb einer vorgegebenen Frist auf hohem wissenschaftlichem Niveau in ein Thema einzuarbeiten und über dieses kompetent zu diskutieren,</li> <li>• diese Ergebnisse in fachliche und fächerübergreifende Zusammenhänge einzuordnen und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit darzustellen,</li> <li>• die zugrundeliegenden Recherchen wissenschaftlich korrekt zu zitieren.</li> </ul>			
<b>Inhalt:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Problemstellung und Abgrenzung des Themas</li> </ul>			

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

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

**Literatur:**

*Verpflichtend:*

Keine

*Empfohlen:*

Keine

**Anmerkungen:**

Keine Anmerkungen

## 5.2 Individuelle Wahlpflichtmodule

<b>Artificial Intelligence and Automotive Systems</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	IAE_AIAS	<b>SPO-Nr.:</b>	10
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Individuelle Wahlpflichtmodule	
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Lopes da Silva, Joed		
<b>Dozent(in):</b>	Lopes da Silva, Joed; Zimmer, Alessandro		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	10: Artificial Intelligence and Automotive Systems (IAE_AIAS)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (IAE_AIAS)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (IAE_AIAS)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
<p>After successfully completing the module the students shall be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>understand the basic principles that lie behind different Artificial Intelligence techniques that can be used in the context of automotive systems.</li> <li>identify the most suitable Artificial Intelligence techniques to be used in a given scenario.</li> <li>model a problem of automotive safety using Artificial Intelligence systems.</li> <li>implement basic intelligent algorithms in Matlab.</li> </ul>			
<b>Inhalt:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction to AI. Problems and search space. Knowledge representation and Pattern Recognition.</li> <li>AI and Automotive Systems/Automotive Safety Systems.</li> <li>Theory, concepts and applications of Neural Networks. Neurodynamics, topology of Neural Networks and learning methods.</li> </ul>			

- Fuzzy sets and systems. Modelling of Fuzzy System's Applications.
- Concepts of Evolutionary Systems. Genetic Algorithms and optimization problems.

**Literatur:**

*Verpflichtend:*

Keine

*Empfohlen:*

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

**Anmerkungen:**

Keine Anmerkungen

<b>Automatisiertes Fahren</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	AutFahr_M-FT	<b>SPO-Nr.:</b>	10
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Bogenberger, Florian		
<b>Dozent(in):</b>	Bogenberger, Florian; Helmer, Thomas; Steininger, Udo		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	10: Automatisiertes Fahren (AutFahr_M-FT)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (AutFahr_M-FT)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (AutFahr_M-FT)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen und verwenden die fachspezifische Terminologie sicher,</li> <li>• kennen den Stand der Technik und Forschung zu automatisierten Fahrfunktionen, inkl. Potentiale und Grenzen,</li> <li>• können aktuelle Entwicklungen und Trend qualifiziert einschätzen,</li> <li>• verstehen die unterschiedlichen Anwendungsbereiche der Technologie und können deren Implikationen bewerten,</li> <li>• besitzen das Hintergrundwissen, um Aussagen zur Funktionssicherheit zu machen,</li> <li>• können die Grundprinzipien der Gebrauchssicherheit (SOTIF) anwenden,</li> <li>• verstehen die Auswirkungen auf die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle</li> <li>• können die Grundzüge der Zulassung wiedergeben und auf einen Anwendungsfall transferieren,</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"><li>• kennen und verstehen unterschiedliche Test- und Absicherungsmethoden und können diese zielgerichtet anwenden,</li><li>• kennen die Besonderheiten in der Anwendung bei Zweirädern und Nutzfahrzeugen</li></ul>
<b>Inhalt:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Fachspezifische Terminologie</li><li>• Automatisierten Fahrfunktionen, inkl. Potentiale und Grenzen (SAE L3 und L4)</li><li>• Anwendungsbereiche der Technologie (privat, Flottenbetrieb, Logistik, ...)</li><li>• Funktionale Sicherheit (ISO 26262)</li><li>• Gebrauchssicherheit (SOTIF)</li><li>• Mensch-Maschine-Schnittstelle</li><li>• Zulassung</li><li>• Test- und Absicherungsmethoden</li><li>• Anwendung bei Zweirädern und Nutzfahrzeugen</li></ul>
<b>Literatur:</b>
<p><i>Verpflichtend:</i> Keine</p> <p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• WINNER, Hermann, HAKULI, Stephan, LOTZ, Felix, SINGER, Christina, 2019-. <i>Handbook of Driver Assistance Systems: Basic Information, Components and Systems for Active Safety and Comfort</i> [online]. Cham: Springer International Publishing PDF e-Book. ISBN 978-3-319-09840-1. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-319-09840-1">https://doi.org/10.1007/978-3-319-09840-1</a>.</li><li>• BOTSCH, Michael, UTSCHICK, Wolfgang, 2020. <i>Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren: Methoden der Signalverarbeitung und des maschinellen Lernens</i> [online]. München: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-46804-7. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.3139/9783446468047">https://doi.org/10.3139/9783446468047</a>.</li><li>• MAURER, Markus, GERDES, J. Christian, LENZ, Barbara, WINNER, Hermann, 2016. <i>Autonomous driving: technical, legal and social aspects</i> [online]. Berlin: Springer-Verlag PDF e-Book. ISBN 978-3-662-48847-8. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-662-48847-8">https://doi.org/10.1007/978-3-662-48847-8</a>.</li><li>• DI FABIO, Udo und andere, Juni 2017. <i>Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren: eingesetzt durch den Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur : Bericht</i>. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur.</li></ul>
<b>Anmerkungen:</b>
Keine Anmerkungen



<b>CAE</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	CAE_M-TE	<b>SPO-Nr.:</b>	10
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Diel, Sergej		
<b>Dozent(in):</b>	Diel, Sergej		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	10: CAE (CAE_M-TE)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/PR - Seminaristischer Unterricht/Praktikum (CAE_M-TE)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (CAE_M-TE)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• haben einen tieferen Einblick in verschiedene Techniken des Computer Aided Engineering (CAE)</li> <li>• begreifen CAE als Bestandteil der virtuellen Produktentwicklung</li> <li>• können reale mechanische Strukturen als numerische Modelle digitalisieren</li> <li>• verstehen Zusammenhänge der Kontinuumsmechanik und können mit der dazu notwendigen Mathematik sicher umgehen</li> <li>• verfügen über die notwendigen mathematischen Kenntnisse und Fertigkeiten zur Darstellung physikalischer Feldprobleme</li> <li>• besitzen vertiefte Kenntnisse und Verständnis der Finite Elemente Methode und ihrer Bedeutung und Anwendungsmöglichkeiten in der Strukturmechanik und Strukturmechanik</li> <li>• besitzen vertiefte Kenntnisse weiterer CAE-Methoden, wie FDM und FVM</li> </ul>			

- haben ein vertieftes Verständnis für weitere CAE- Anwendungen wie Crashberechnung, gekoppelte thermo-elastische Problemstellungen und CFD
- sind in der Lage, Simulationsmodelle für strukturmechanische und thermische Problemstellungen zu erstellen und zu beurteilen
- können komplexe Berechnungsmethoden für werkstoffbezogene Fragestellungen anwenden
- sind in der Lage komplexe Problemstellungen der technischen Berechnung selbstständig oder im Team zu lösen, auch im nichtlinearen Bereich und der Optimierung
- besitzen die Fähigkeit der Bewertung, der Präsentation und der Diskussion von Simulationsmodellen und deren Ergebnissen
- kennen die Möglichkeiten und Grenzen der numerischen Methoden
- besitzen Abstraktionsvermögen, analytisches Denkvermögen sowie eine strukturierte Vorgehensweise zur Lösung technischer Simulationsaufgaben

**Inhalt:**

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

**Literatur:**

*Verpflichtend:*

Keine

*Empfohlen:*

- KLEIN, Bernd, 2015. *FEM: Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-658-06054-1. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-06054-1>.
- GEBHARDT, Christof, 2018. *Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench: Einführung in die lineare und nichtlineare Mechanik* [online]. München: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-45740-9. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3139/9783446457409>.
- BATHE, Klaus-Jürgen, 2002. *Finite-Elemente-Methoden*. Berlin <<[u.a.]>>: Springer. ISBN 3-540-66806-3
- MEYWERK, Martin, 2007. *CAE-Methoden in der Fahrzeugtechnik: mit 10 Tabellen* [online]. Berlin: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-540-49866-7, 3-540-49866-4. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-49866-4>.

- 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.

<b>Elektrochemie</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	EMS_ELC	<b>SPO-Nr.:</b>	10
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Individuelle Wahlpflichtmodule	1
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Lott, Susanne		
<b>Dozent(in):</b>	Lott, Susanne		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	10: Elektrochemie (EMS_ELC)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (EMS_ELC)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (EMS_ELC)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Vorgänge in Elektrochemischen Zellen zu beschreiben und mathematisch zu modellieren</li> <li>• die elektrolytische Leitfähigkeit zu erklären u. die Theorien zur theoret. Beschreibung anzuwenden</li> <li>• das Zustandekommen von Elektrodenpotentialen zu erklären und diese zu berechnen</li> <li>• das Verhalten von Elektrodenpotentialen unter Stromfluss zu beschreiben und diese zu berechnen</li> <li>• die Messmethode der Impedanz-Spektroskopie zu erklären und anzuwenden</li> <li>• die Ergebnisse der Impedanz-Spektroskopie mit Ersatzschaltbildmodellen zu beschreiben</li> </ul>			
<b>Inhalt:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung: Grundlagen Elektrochemie (Redox Reaktionen, Elektrolyte, Ionen, Zelle, Faradaysche Gesetze, chem. Reaktionen)</li> </ul>			

- Leitfähigkeit und Wechselwirkungen in ionischen Systemen
  - elektrolytische Leitfähigkeit
  - Starke und Schwache Elektrolyte
  - Ionen-Beweglichkeit und Transportprozesse
  - Überführungszahlen
  - Debye-Hückel-Theorie
- Potentiale - Elektrochemie im Gleichgewicht
  - Chemische und Elektrochemische Potentiale
  - Nernstgleichung
  - Flüssigkeitspotentiale
  - Elektrochemische Doppelschicht
- Ströme - Elektrochemie im Ungleichgewicht
  - Konzept der Überspannung
  - Durchtrittslimitierung
  - Konzentrationslimitierung
  - Reaktionsüberspannung
  - Elektrokristallation
- Anwendungen der Elektrochemie
  - Galvanik
  - Elektrochem. Analytik
  - Energiespeicherzellen
  - Impedanzspektroskopie

**Literatur:**

*Verpflichtend:*

- HAMANN, Carl und Wolf VIELSTICH, 2005. *Elektrochemie*.
- SPRINGBORG, Michael, 2020. *Einführung in die Physikalische Chemie*. Berlin: De Gruyter. ISBN 978-3-11-063691-8, 3-11-063691-3
- NOAM, Eliaz und Gileadi ELIEZER , 2018. *Physical Electrochemistry: Fundamentals, Techniques, and Applications*. ISBN 978-3527341399

*Empfohlen:*

Keine

**Anmerkungen:**

Keine Anmerkungen

<b>Engineering Processes in Automotive Industry</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	EngineeProcAuto_M-APE	<b>SPO-Nr.:</b>	10
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Individuelle Wahlpflichtmodule	1
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Neumann, Alexander		
<b>Dozent(in):</b>	Neumann, Alexander; Triveni, Prashant		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	10: Engineering Processes in Automotive Industry (EngineeProcAuto_M-APE)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (EngineeProcAuto_M-APE)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (EngineeProcAuto_M-APE)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Get to know the strongly networked and parallel processes in the product development of automobiles ("product process" and "product development process")</li> <li>• Can recognise, assess and include in their work interactions between production and product in particular.</li> <li>• Know the significance and working methods of Simultaneous Engineering (SE) including the involvement of suppliers in product design and product and process quality to meet the requirements of production.</li> <li>• Can handle tools of project and process management (e.g. master product processes with structured levels of action in terms of decisions and themes, milestone definitions and synchronisation, levels of product maturity, EHPV, 3Ps „Production Preparation Process“, etc.) and know the working methods</li> </ul>			

<p>and processes, for example, for networking, decision-making, escalation, theme contributions etc. in large automotive and supplier companies.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know the significance of prototype, pilot production and release processes, their tools (e.g. Meisterbock processes, audit scores, process capability evidence, VFF, PVS, etc.) as well as their involvement in the product and engineering process</li> <li>• know about the significance of Lean Development</li> </ul>
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Product development and quality management (during the product development process) in the automotive industry</li> <li>• Project and process management in the product development process</li> <li>• Prototype, pilot production and release processes</li> <li>• Lean Development, generic principles and application</li> </ul>
<p><b>Literatur:</b></p> <p><i>Verpflichtend:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• STAMATIS, Diomidis H., 2001. <i>Advanced quality planning: a commonsense guide to AQP and APQP</i>. New York, NY: Productivity Press. ISBN 1-56327-258-X</li> <li>• COOPER, Robert G., 2017. <i>Winning at new products: creating value through innovation</i>. New York, NY: Basic Books. ISBN 0-465-09332-9, 978-0-465-09332-8</li> <li>• WOMACK, James P., Daniel T. JONES und Daniel ROOS, 2007. <i>The machine that changed the world: [how lean production revolutionized the global car wars]</i>. London [u.a.]: Simon &amp; Schuster. ISBN 978-1-84737-055-6, 1-8473-7055-1</li> <li>• WOMACK, James P. und Daniel T. JONES, 2003. <i>Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation</i>. London [u.a.]: Simon &amp; Schuster. ISBN 978-0-7432-3164-0</li> <li>• ROTHER, Mike und John SHOOK, 2009. <i>Learning to see: value-stream mapping to create value and eliminate muda</i>. Version 1. Auflage. Cambridge, Mass.: Lean Enterprise Inst.. ISBN 978-0-9667843-0-5, 0-9667843-0-8</li> <li>• MORGAN, James M. und Jeffrey K. LIKER, 2006. <i>The Toyota product development system: integrating people, process, and technology</i>. New York, NY: Productivity Press. ISBN 1-56327-282-2, 978-1-563-27282-0</li> <li>• REINERTSEN, Donald G., 2009. <i>The principles of product development flow: second generation lean product development</i>. Redondo Beach, Calif: Celeritas. ISBN 978-1-935401-00-1, 1-935401-00-9</li> <li>• CHANG, Kuang-Hua, 2013. <i>Product manufacturing and cost estimating using CAD/CAE</i>. Amsterdam [u.a.]: Elsevier. ISBN 978-0-12-401745-0</li> <li>• MITAL, Anil, 2014. <i>Product development: a structured approach to consumer product development, design, and manufacture</i>. Amsterdam [u.a.]: Elsevier. ISBN 978-0-12-799945-6</li> </ul> <p><i>Empfohlen:</i> Keine</p>
<p><b>Anmerkungen:</b></p> <p>Bonus system: In the course, tasks can be set that lead to bonus points for the examination performance for each qualitatively completed task. The maximum crediting of bonus points takes place according to the APO.</p>

<b>Mehrkörpersysteme</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	MKS_M-TE	<b>SPO-Nr.:</b>	10
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Gaul, Andreas		
<b>Dozent(in):</b>	Gaul, Andreas		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	10: Mehrkörpersysteme (MKS_M-TE)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (MKS_M-TE)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (MKS_M-TE)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wissen, wo Mehrkörpersysteme in der Technik eine Rolle spielen und zu welchem Zweck sie eingesetzt werden</li> <li>• verstehen die wesentlichen Zusammenhänge zur räumlichen Kinematik und Kinetik einzelner Starrkörpern</li> <li>• kennen die Parametrisierungen von Rotationen durch Eulerwinkel, Kardanwinkel, Rotationsmatrizen, Eulerparameter und Drehzeiger</li> <li>• wissen um die Notwendigkeit kinematischer Bindungen und deren mathematischer Formulierung auf Lage-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsebene</li> <li>• können implizite Bindungsgleichungen von Standardgelenken formulieren</li> <li>• kennen den Unterschied zwischen expliziten und impliziten Bindungsgleichungen</li> </ul>			



- können für den starren Einzelkörper sowohl den Kräftesatz, als auch den Momentensatz für die räumliche Bewegung formulieren, auswerten und anwenden
- kennen die Beschreibung mechanischer Systeme in Absolutkoordinaten und in Minimalkoordinaten
- können die Bewegungsgleichungen für Systeme starrer Körper mit unterschiedlichen Methoden aufstellen
- können die Lagrangesche Gleichung I. Art formulieren, auswerten und anwenden
- können die projektive Newton-Euler-Gleichung formulieren, auswerten und anwenden
- können die Lagrangesche Gleichung II. Art formulieren, auswerten und anwenden
- wissen, wie man nichtlineare Bewegungsgleichungen linearisiert
- sind in der Lage, Mehrkörpersysteme in MATLAB zu simulieren

**Inhalt:**

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

In der Vorlesung werden folgende Inhalte vermittelt.

- Einführung
- Mathematische Grundlagen
- Kinematik des starren Körpers
- Kinetik 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

**Anmerkungen:**

Keine Anmerkungen

<b>Plant and equipment design in hydrogen technology</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	PEDHT_M-WTW	<b>SPO-Nr.:</b>	10
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Schönberger, Manfred Stefan		
<b>Dozent(in):</b>	Schönberger, Manfred Stefan		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	10: Plant and equipment design in hydrogen technology (PEDHT_M-WTW)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (PEDHT_M-WTW)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (PEDHT_M-WTW)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• werden mit Darstellungen und Begriffen des Anlagenbaus vertraut gemacht</li> <li>• lernen übliche Fertigungsverfahren des Apparatebaus kennen</li> <li>• lernen verfahrenstechnische Grundoperationen kennen</li> <li>• können Anlagenkonzepte der Wasserstoffkette aus verfahrenstechnischen Grundoperationen entwickeln</li> <li>• lernen erforderliche Bestandteile im Anlagenbau aus dem Projektmanagement und der Vertragsgestaltung kennen</li> <li>• verstehen den Projektablauf zur Herstellung einer verfahrenstechnischen Anlage</li> <li>• können Equipment für Anlagen spezifizieren</li> <li>• können Angebote für Anlagenkomponenten technisch/wirtschaftlich bewerten</li> </ul>			

- können ausgewähltes Equipment designen
- können Expediting durchzuführen
- lernen die spezifischen Sonderanforderungen an Wasserstoffanlagen und Equipment kennen

**Inhalt:**

Grundlagen der Verfahrenstechnik:

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

Spezialgebiet Wasserstoff

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

Anlagenbau:

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

Apparatebau:

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

**Literatur:**

*Verpflichtend:*

Keine

*Empfohlen:*

- CHRISTEN, Daniel S., 2010. *Praxiswissen der chemischen Verfahrenstechnik: Handbuch für Chemiker und Verfahreningenieure*. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-540-88974-8, 978-3-540-88975-5
- STRYBNY, Jann, 2012. *Ohne Panik Strömungsmechanik!: ein Lernbuch zur Prüfungsvorbereitung, zum Auffrischen und Nachschlagen mit Cartoons* [online]. Wiesbaden: Vieweg & Teubner PDF e-Book. ISBN 978-3-8348-1791-4, 3-8348-1791-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-8341-4>.

- WAGNER, Walter, 2023. *Festigkeitsberechnungen im Apparate- und Rohrleitungsbau*. 10. Auflage. Würzburg: Vogel Communications Group. ISBN 978-3-8343-3527-2, 3-8343-3527-4
- IGNATOWITZ, Eckhard und Fastert GERHARD, . *Chemietechnik*.

**Anmerkungen:**

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

<b>Simulation/Numerische Methoden</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	SimNuM_MLT	<b>SPO-Nr.:</b>	10
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Horak, Jiri		
<b>Dozent(in):</b>	Horak, Jiri		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	10: Simulation/Numerische Methoden (SimNuM_MLT)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (SimNuM_MLT)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (SimNuM_MLT)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Schritte eines Simulationsprozesses abgrenzen: Bildung des mathematischen Modells, Untersuchung seiner Eigenschaften, Umsetzung in einen am Rechner implementierbaren Algorithmus, Wahl geeigneter Software-Tools, Durchführung von Simulationen, Validierung der Ergebnisse.</li> <li>• sind vertraut mit ausgewählten mathematischen Modellen, z.B. mit wichtigen Typen von gewöhnlichen oder partiellen Differentialgleichungen.</li> <li>• verstehen die Umsetzung einzelner Komponenten eines mathematischen Modells, die insbesondere aus der Differential- und Integralrechnung, der Linearen Algebra und ggf. der Statistik stammen, in eine numerische Methode.</li> <li>• sind in der Lage, die behandelten numerischen Methoden anzuwenden und bei Bedarf anzupassen.</li> <li>• sind vertraut mit einigen Simulationsverfahren, die auf diesen numerischen Methoden aufbauen, z.B. zur numerischen Lösung von Differentialgleichungen.</li> </ul>			

<b>Inhalt:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeuge der Differential- und Integralrechnung und der linearen Algebra zur Bildung von mathematischen Modellen in den Ingenieurwissenschaften</li> <li>• Interpolation, numerische Approximation von Ableitungen und Integralen</li> <li>• Geometrie in Vektorräumen, Orthogonalität, Fourierreihen</li> <li>• Numerische Verfahren zur Lösung von linearen Gleichungssystemen</li> <li>• Simulationsverfahren für ausgewählten Probleme, die auf gewöhnlichen oder partiellen Differentialgleichungen basieren (z.B. lineare Transportgleichung, Diffusions-/Wärmeleitungsgleichung)</li> </ul>
<b>Literatur:</b>
<p><i>Verpflichtend:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HOFFMANN, Armin, Bernd MARX und Werner VOGT, . <i>Mathematik für Ingenieure 1 und 2</i>. München [u.a.]: Pearson Studium.</li> <li>• STRANG, Gilbert, 2010. <i>Wissenschaftliches Rechnen</i>. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-540-78494-4, 3-540-78494-2</li> <li>• STOER, Josef und Roland BULIRSCH, . <i>Numerische Mathematik 1 und 2</i>.</li> <li>• ARENS, Tilo, HETTLICH, Frank, KARPFINGER, Christian, KOCKELKORN, Ulrich, LICHTENEGGER, Klaus, STACHEL, Hellmuth, 2022. <i>Mathematik</i> [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum PDF e-Book. ISBN 978-3-662-64389-1. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-662-64389-1">https://doi.org/10.1007/978-3-662-64389-1</a>.</li> </ul> <p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TURYN, Larry, 2014. <i>Advanced engineering mathematics</i>. Boca Raton [u.a.]: CRC Press. ISBN 978-1-4398-3447-3</li> <li>• HAUßER, Frank und Yuri LUCHKO, 2019. <i>Mathematische Modellierung mit MATLAB und Octave: eine praxisorientierte Einführung</i>. Berlin: Springer Spektrum. ISBN 978-3-662-59743-9</li> <li>• PIETRUSZKA, Wolf Dieter, GLÖCKLER, Michael, 2021. <i>MATLAB und Simulink in der Ingenieurpraxis: Modellbildung, Berechnung und Simulation</i> [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-29740-4. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-658-29740-4">https://doi.org/10.1007/978-3-658-29740-4</a>.</li> <li>• THUSELT, Frank und Felix Paul GENNRICH, 2013. <i>Praktische Mathematik mit MATLAB, Scilab und Octave: für Ingenieure und Naturwissenschaftler</i>. ISBN 978-3-642-25824-4, 978-3-642-25825-1</li> </ul>
<b>Anmerkungen:</b>
Keine Anmerkungen

<b>Systems Engineering</b>			
<b>Modulkürzel:</b>	SysEng_M-WTW	<b>SPO-Nr.:</b>	10
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	<b>Studiengang u. -richtung</b>	<b>Art des Moduls</b>	<b>Studiensemester</b>
	Werkstofftechnik und Ressourceneffizientes Engineering (SPO WS 24/25)	Individuelle Wahlpflichtmodule	2
<b>Schwerpunkte:</b>			
<b>Modulattribute:</b>	<b>Unterrichtssprache</b>	<b>Moduldauer</b>	<b>Angebotshäufigkeit</b>
	Deutsch	1 Semester	nur Wintersemester
<b>Modulverantwortliche(r):</b>	Gelner, Alexander		
<b>Dozent(in):</b>	Gelner, Alexander; Moll, Klaus-Uwe		
<b>Leistungspunkte / SWS:</b>	5 ECTS / 4 SWS		
<b>Arbeitsaufwand:</b>	Kontaktstunden:	47 h	
	Selbststudium:	79 h	
	Gesamtaufwand:	126 h	
<b>Lehrveranstaltungen des Moduls:</b>	10: Systems Engineering (SysEng_M-WTW)		
<b>Lehrformen des Moduls:</b>	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung (SysEng_M-WTW)		
<b>Prüfungsleistungen:</b>	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten (SysEng_M-WTW)		
<b>Erläuterungen zu den Prüfungsleistungen:</b>	Keine		
<b>Verwendbarkeit für andere Studiengänge:</b>	Keine		
<b>Voraussetzungen gemäß SPO:</b>			
Keine			
<b>Empfohlene Voraussetzungen:</b>			
Keine			
<b>Angestrebte Lernergebnisse:</b>			
Die Studierenden			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die grundsätzlichen Ansätze des Systemdenkens zur Entwicklung und Integration von komplexen Systemen</li> <li>• können den Problemlösungsprozess des Systems Engineerings anwenden</li> <li>• können Systeme gestalten, mit Blick auf Systemarchitektur und Konzept</li> <li>• kennen agile und plan-driven methods</li> <li>• können die Gestaltung von Systemen in einem strukturierten Projektmanagement durchführen</li> <li>• können die Vorgehensweise des Systems Engineerings auf Aufgabenstellungen im Bereich Energiesysteme, Systeme für die Gewinnung und Umsetzung von Wasserstoff und Anlagenbau anwenden und umsetzen</li> </ul>			

<b>Inhalt:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Systemdenken</li><li>• Problemlösungsprozess des Systems Engineerings</li><li>• Systemarchitektur und Konzeptentwicklung</li><li>• Anforderungsanalyse und -management</li><li>• Funktionsanalyse und -struktur, Produktlogik</li><li>• Systemdesign, -modellierung und -optimierung</li><li>• Produktroadmap</li><li>• adaptive und modulare Systeme</li><li>• Qualitätsmanagement in der Entwicklung von Systemen; Systemverifikation und -validierung</li><li>• Projektmanagement</li><li>• Kostenmanagement von Projekt und Produkt</li><li>• Systemdokumentation</li><li>• Systeme in Form von Anlagen, v.a. Anlagen im Bereich der Energie- und der Wasserstofftechnik</li></ul>
<b>Literatur:</b>
<p><i>Verpflichtend:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• GRÄßLER, Iris, OLEFF, Christian, 2022. <i>Systems Engineering: Verstehen und industriell umsetzen</i> [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-64517-8. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-662-64517-8">https://doi.org/10.1007/978-3-662-64517-8</a>.</li><li>• , 2016. <i>NASA systems engineering handbook</i>. Rev 2. Auflage. [Washington, D.C.]: National Aeronautics and Space Administration.</li><li>• FURTERER, Sandra L., 2022. <i>Systems engineering: holistic life cycle architecture, modeling, and design with real-world applications</i> [online]. Boca Raton ; London ; New York: CRC Press, Taylor &amp; Francis Group PDF e-Book. ISBN 978-1-00-050959-5, 978-1-003-08125-8. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.1201/9781003081258">https://doi.org/10.1201/9781003081258</a>.</li><li>• HABERFELLNER, Reinhard und andere, 2018. <i>Systems engineering: Grundlagen und Anwendung</i>. 14. Auflage. Zürich: Orell Füssli Verlag. ISBN 978-3-280-09215-6</li><li>• EISNER, Howard, 2022. <i>Tomorrow's Systems Engineering</i>. Milton: Taylor &amp; Francis Group.</li><li>• MAIER, Anja, OEHMEN, Josef, VERMAAS, Pieter E., 2022. <i>Handbook of Engineering Systems Design</i> [online]. Cham: Springer International Publishing PDF e-Book. ISBN 978-3-030-81159-4. Verfügbar unter: <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-81159-4">https://doi.org/10.1007/978-3-030-81159-4</a>.</li></ul> <p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• VANEK, Francis M., Louis D. ALBRIGHT und LARGUS T. ANGENENT, 2022. <i>Energy Systems Engineering: Evaluation and Implementation</i>. New York, Chicago, San Francisco: McGraw Hill.</li><li>• DOUGLASS, Bruce Powel, 2021. <i>Agile model-based systems engineering cookbook: improve system development by applying proven recipes for effective agile systems engineering</i>. Birmingham ; Mumbai: Packt. ISBN 978-1-83921-814-9 <a href="https://portal.igpublish.com/iglibrary/search/PACKT0005920.html">https://portal.igpublish.com/iglibrary/search/PACKT0005920.html</a></li></ul>
<b>Anmerkungen:</b>
<p>Bonussystem: In der Lehrveranstaltung können von Studierenden Aufgaben bearbeitet und präsentiert werden, was entsprechend seiner qualitativen Ausarbeitung und Präsentation zu Bonuspunkten führt, die zusätzlich auf die Prüfungsleistung angerechnet werden. Bezogen auf die in der Prüfung erreichbaren Punkte sind maximal 10 Prozent Bonuspunkte möglich. Es besteht kein Anspruch auf die Durchführung des Bonussystems im jeweiligen Semester.</p>