



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Bachelor

Master

Doktorat

Universitäts-
lehrgang

Studienplan (Curriculum)
für das

Masterstudium
Maschinenbau
UE 066 445

Technische Universität Wien
Beschluss des Senats der Technischen Universität Wien
am 11. Mai 2026

Gültig ab 1. Oktober 2026

Inhaltsverzeichnis

§ 1	Grundlage und Geltungsbereich	3
§ 2	Qualifikationsprofil	3
§ 3	Dauer und Umfang	5
§ 4	Zulassung zum Masterstudium	5
§ 5	Aufbau des Studiums	5
§ 6	Lehrveranstaltungen	28
§ 7	Prüfungsordnung	31
§ 8	Studierbarkeit und Mobilität	32
§ 9	Diplomarbeit	33
§ 10	Akademischer Grad	33
§ 11	Qualitätsmanagement	33
§ 12	Inkrafttreten	34
§ 13	Übergangsbestimmungen	34
A	Modulbeschreibungen	35
B	Übergangsbestimmungen	180
C	Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen	193
D	Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen	197

§ 1 Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium *Maschinenbau* an der Technischen Universität Wien. Es basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 - UG (BGBl. I Nr. 120/2002 idgF. und den „Studienrechtlichen Bestimmungen“ der Satzung der Technischen Universität Wien in der jeweils geltenden Fassung. Die Struktur und Ausgestaltung des Studiums orientieren sich an folgendem Qualifikationsprofil (§2).

§ 2 Qualifikationsprofil

Das Masterstudium *Maschinenbau* vermittelt eine vertiefte, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Bildung, welche die Absolvent_innen sowohl für eine Weiterqualifizierung vor allem im Rahmen eines facheinschlägigen Doktoratsstudiums als auch für eine Beschäftigung in beispielsweise folgenden Tätigkeitsbereichen befähigt und international konkurrenzfähig macht:

- Maschinen- und Anlagenbau
- Produktentwicklung und Konstruktion
- Fertigungstechnik
- Automatisierungstechnik und Robotik
- Mechatronik
- Energietechnik und Energiesysteme
- Verfahrenstechnik
- Forschung und Entwicklung (F&E)
- Numerische Simulation und Auslegung
- Experimentelle Entwicklung
- Messtechnik
- Luft- und Raumfahrttechnik
- Fahrzeugtechnik
- Biomechanik und Medizintechnik
- Werkstofftechnik und Werkstoffentwicklung
- Umwelttechnik und Nachhaltige Technologien
- Fördertechnik und Logistik
- Qualitätssicherung

Aufgrund der beruflichen Anforderungen werden im Masterstudium *Maschinenbau* Qualifikationen hinsichtlich folgender Kategorien vermittelt.

Fachkompetenzen

Absolvent_innen des Masterstudiums *Maschinenbau* beherrschen über die Qualifikation des Bachelorstudiums hinaus entsprechend ihrer vertieften wissenschaftlichen Ausbildung weiterführende ingenieurwissenschaftliche Methoden und haben tiefgehende Fachkenntnisse in ausgewählten Technologie- und Forschungsbereichen erworben. Sie haben

die im Bachelorstudium vermittelten Kenntnisse in einem fachlichen Reifeprozess weiterentwickelt.

Absolvent_innen des Masterstudiums sind außerdem fähig, die erworbenen naturwissenschaftlichen, mathematischen und ingenieurwissenschaftlichen Methoden zur Formulierung und Lösung komplexer Aufgabenstellungen in Forschung und Entwicklung in der Industrie oder in Forschungseinrichtungen erfolgreich einzusetzen. Sie sind außerdem in der Lage technische Methoden kritisch zu hinterfragen und sie bei Bedarf auch weiterzuentwickeln. Sie verfügen über fachliche Tiefe und Breite, um sich sowohl in zukünftige Technologien im eigenen Fachgebiet wie auch in die Randgebiete des eigenen Fachgebietes rasch einzuarbeiten zu können.

Insbesondere erwerben Studierende aufbauende fachliche Grundlagen und setzen durch die Wahl entsprechender Vertiefungen ihren individuellen Fokus im Studium. Sie haben Methoden und Konzepte des Entrepreneurship kennengelernt, um Innovationspotenziale zu identifizieren, Geschäftsmodelle zu entwickeln und Gründungsprozesse analytisch zu begleiten. Darüber hinaus erlangen sie fachliche Kompetenzen im Rahmen von Seminar- und Projektarbeiten sowie durch das Verfassen wissenschaftlicher Texte wie der abschließenden Diplomarbeit.

Überfachliche Kompetenzen

Absolvent_innen des Masterstudiums *Maschinenbau* sind in der Lage, Problemstellungen aus der Praxis mit wissenschaftlichen Methoden in eine von ihnen zu lösende Fragestellung umzusetzen. Sie können mit anderen Disziplinen zusammenarbeiten, Problemstellungen aufgreifen und erkennen, welche wissenschaftlichen Lösungsansätze zielführend sind. Sie haben verschiedene technische und soziale Kompetenzen (Abstraktionsvermögen, systemanalytisches Denken, Team und Kommunikationsfähigkeit, eventuell auch internationale und interkulturelle Erfahrung) erworben und sind auf Führungsaufgaben vorbereitet. Sie setzen sich realistische und anspruchsvolle Ziele, setzen diese in einem angemessenen Zeitraum um und reflektieren die Ergebnisse und den Weg dorthin.

Absolvent_innen des Masterstudiums *Maschinenbau* sind in der Lage, technische Entwicklungen in ihren sozialen und ökologischen Auswirkungen abzuschätzen und für eine menschengerechte Technik einzutreten. Durch die Möglichkeit der Mitwirkung an universitär-industriellen Forschungs Kooperationen, zum Beispiel im Rahmen der Diplomarbeit, wird ein rascher Einstieg der Absolvent_innen in die Berufswelt unterstützt. Sie können Aussagen zu ihrem Fach kritisch hinterfragen und den eigenen Standpunkt sicher vertreten. Außerdem verfügen sie über die Kompetenz, Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeit präzise und verständlich zu präsentieren. Absolvent_innen sind fähig, komplexe Probleme unter Berücksichtigung der relevanten technologischen, ökonomischen sowie ökologischen Kriterien zu strukturieren.

Die fachlichen Qualifikationen werden unter Berücksichtigung des Mission Statements *Technik für Menschen* vermittelt. Es wird eine inklusive und chancengerechte Ausbildung gefördert und es wird den Studierenden eine weltoffene, diversitätssensible und gesellschaftlich reflektierte Haltung als integraler Bestandteil ihres wissenschaftlich-technischen Fachverständnisses vermittelt. Auf diese Weise wird ein verantwortungsbewusstes Technikverständnis vermittelt, das den Anspruch verfolgt, technologische Ent-

wicklungen für alle Menschen zugänglich, gerecht und gesellschaftlich reflektiert zu gestalten. Absolvent_innen verfügen über die Kompetenz, technische Lösungen unter Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten zu entwickeln und deren gesellschaftliche Auswirkungen kritisch zu reflektieren. Sie sind in der Lage, in interdisziplinären und divers zusammengesetzten Teams respektvoll, inklusiv und effektiv zusammenzuarbeiten.

§3 Dauer und Umfang

Der Arbeitsaufwand für das Masterstudium *Maschinenbau* beträgt 120 ECTS-Punkte. Dies entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von 4 Semestern als Vollzeitstudium.

ECTS-Punkte (ECTS) sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr umfasst 60 ECTS-Punkte, wobei ein ECTS-Punkt 25 Arbeitsstunden entspricht (gemäß § 54 Abs. 2 UG).

§4 Zulassung zum Masterstudium

Die Zulassung zum Masterstudium *Maschinenbau* setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines anderen fachlich in Frage kommenden Studiums mindestens desselben hochschulischen Bildungsniveaus an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.

Fachlich in Frage kommend sind jedenfalls das Bachelorstudium „Maschinenbau“ an der Technischen Universität Wien.

Zum Ausgleich wesentlicher fachlicher Unterschiede können Ergänzungsprüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die bis zum Ende des zweiten Semesters des Masterstudiums abzulegen sind.

Die Unterrichtssprache ist Deutsch. Studienwerber_innen, deren Erstsprache nicht Deutsch ist, haben die erforderlichen Sprachkenntnisse nachzuweisen. Die Form des Nachweises ist in einer Verordnung des Rektorats festgelegt.

Einzelne Lehrveranstaltungen können in englischer Sprache abgehalten werden, oder in einzelnen Lehrveranstaltungen kann der Vortrag in englischer Sprache stattfinden bzw. können die Unterlagen in englischer Sprache vorliegen. Daher werden Englischkenntnisse auf Referenzniveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen empfohlen.

§5 Aufbau des Studiums

Die Inhalte und Qualifikationen des Studiums werden durch *Module* vermittelt. Ein Modul ist eine Lehr- und Lerneinheit, welche durch Eingangs- und Ausgangsqualifikationen, Inhalt, Lehr- und Lernformen, den Regelarbeitsaufwand sowie die Leistungsbeurteilung gekennzeichnet ist. Die Absolvierung von Modulen erfolgt in Form einzelner oder mehrerer inhaltlich zusammenhängender *Lehrveranstaltungen*. Thematisch ähnliche Module

werden zu *Prüfungsfächern* zusammengefasst, deren Bezeichnung samt Umfang und Gesamtnote auf dem Abschlusszeugnis ausgewiesen wird.

Prüfungsfächer und zugehörige Module

Das Masterstudium *Maschinenbau* gliedert sich in nachstehende Prüfungsfächer mit den ihnen zugeordneten Modulen.

Vertiefende Grundlagen

Modulgruppe Aufbaumodule

In der Modulgruppe Aufbaumodule sind die Aufbaumodule den nachfolgenden Aufbaumodulkategorien A1-A7 wie folgt zugeordnet:

Aufbaumodulkategorie A1: Numerische Methoden

Scientific Machine and Reinforcement Learning (5,0 ECTS)
Einführung in die Finite Differenzen und Finite Volumen Methoden (5,0 ECTS)
Einführung in die Finite Elemente Methoden (5,0 ECTS)
Struktursimulation (5,0 ECTS)

Aufbaumodulkategorie A2: Technische Mechanik

Höhere Festigkeitslehre (5,0 ECTS)
Maschinendynamik (5,0 ECTS)
Mehrkörpersysteme (5,0 ECTS)

Aufbaumodulkategorie A3: Strömungsmechanik und Thermodynamik

Strömungsmechanik 2 (5,0 ECTS)
Thermodynamik 2 (5,0 ECTS)
Wärmeübertragung (5,0 ECTS)

Aufbaumodulkategorie A4: Werkstoffkunde

Grundlagen der Werkstoffmodellierung (5,0 ECTS)
Oberflächentechnik (5,0 ECTS)
Werkstofftechnologie (5,0 ECTS)

Aufbaumodulkategorie A5: Konstruktion und Produktion

Fertigungstechnik 2 (5,0 ECTS)
Höhere Konstruktionslehre (5,0 ECTS)
Höhere Maschinenelemente (5,0 ECTS)

Aufbaumodulkategorie A6: Mechatronik

Elektrotechnik und Elektronik 2 (5,0 ECTS)

Regelungstechnik 2 (5,0 ECTS)

Aufbaumodulkategorie A7: Entrepreneurship und Managementwissenschaften

Human Resource Management and Leadership (5,0 ECTS)

Industrielle Informationssysteme (5,0 ECTS)

Technology Entrepreneurship (5,0 ECTS)

Venture Financing and Sustainability Management (5,0 ECTS)

Aus der Modulgruppe Aufbaumodule sind sechs Module zu absolvieren. Vier Aufbaumodule müssen aus jeweils unterschiedlichen Aufbaumodulkategorien gewählt werden. Aufbaumodule, die bereits zur Erreichung des vorausgehenden Bachelor-Studienabschlusses verwendet wurden und jene, die im Masterstudium gewählt werden, müssen aus unterschiedlichen Aufbaumodulkategorien stammen. Die übrigen zwei Aufbaumodule sind den Vorgaben der gewählten Vertiefungsmodule entsprechend zu wählen. Wurde ein vorgegebenes Aufbaumodul schon absolviert, kann ein beliebiges Aufbaumodul gewählt werden.

Es sind alle Lehrveranstaltungen, die in der Modulbeschreibung angeführt sind, zu absolvieren, um das Modul abzuschließen, außer es ist in der Modulbeschreibung anders angegeben.

Vertiefung und Projektarbeit (33,0 ECTS)

Modulgruppe Vertiefungsmodule:

In der Modulgruppe Vertiefungsmodule sind die Vertiefungsmodule den nachfolgenden Schwerpunkten S1-S7 wie folgt zugeordnet:

Schwerpunkt S1: Energietechnik und Energiesysteme

Apparate- und Anlagenbau (14,0 ECTS)

Energiesysteme (14,0 ECTS)

Energietechnologien (14,0 ECTS)

Fluidmechanik in Energie und Umwelt (14,0 ECTS)

Hydraulische Strömungsmaschinen (14,0 ECTS)

Thermische Turbomaschinen (14,0 ECTS)

Wärmetechnische Anlagen (14,0 ECTS)

Schwerpunkt S2: Fahrzeuge und Mobilität

Fahrzeugsystemdynamik (14,0 ECTS)

Formula Student (14,0 ECTS)

Kraftfahrzeugantriebe (14,0 ECTS)

Kraftfahrzeugtechnik (14,0 ECTS)

Mobilität, Energie und Umwelt (14,0 ECTS)

Schienenfahrzeugbau (14,0 ECTS)

Schwerpunkt S3: Luftfahrttechnik

Aerodynamik (14,0 ECTS)
Leichtbau & Composites (14,0 ECTS)
Luftfahrtgetriebe (14,0 ECTS)
Luftfahrzeugtechnik (14,0 ECTS)
Student Aerospace (14,0 ECTS)

Schwerpunkt S4: Werkstoffe und Fertigungstechnik

Additive Manufacturing and Biomaterials (14,0 ECTS)
Fertigungstechnik 3 (14,0 ECTS)
Lasermaterialbearbeitung & Photonik (14,0 ECTS)
Virtuelles Werkstoffdesign (14,0 ECTS)
Werkstoffprüfung (14,0 ECTS)
Werkstoffe & Nachhaltigkeit (14,0 ECTS)
Werkstoffverarbeitung (14,0 ECTS)

Schwerpunkt S5: Produktentwicklung und Produktionssysteme

Fertigungsautomatisierung (14,0 ECTS)
Fertigungsmesstechnik & Qualität (14,0 ECTS)
Fördertechnik & Technische Logistik (14,0 ECTS)
Maschinenelemente und Tribologie (14,0 ECTS)
Production Information Management (14,0 ECTS)
Virtuelle Produktentwicklung und Ecodesign (14,0 ECTS)

Schwerpunkt S6: Angewandte Mechanik

Advanced Numerical Solid Mechanics (14,0 ECTS)
Automatisierungstechnik (14,0 ECTS)
Fahrzeugsystemdynamik (14,0 ECTS)
Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis (14,0 ECTS)
Mechanik dünner Strukturen (14,0 ECTS)
Mechatronische Systeme (14,0 ECTS)
Modellierung gekoppelter Feldprobleme (14,0 ECTS)
Numerische Strömungsmechanik (14,0 ECTS)
Technische Dynamik (14,0 ECTS)

Schwerpunkt S7: Biomedizinische Technik

Biomechanik der Gewebe und des menschlichen Bewegungsapparates (14,0 ECTS)
Computational Methods in Biomedical Engineering (14,0 ECTS)
Rehabilitationstechnik (14,0 ECTS)

Aus der Modulgruppe *Vertiefungsmodule* sind zwei Module zu wählen, aus denen jeweils Lehrveranstaltungen im Umfang von 14 ECTS zu absolvieren sind. Diese Lehrveranstaltungen können aus der Liste des jeweiligen Vertiefungsmoduls frei gewählt werden,

außer es ist in der Modulbeschreibung anders angegeben. Überschreitet die Wahl der Lehrveranstaltungen die Anzahl von 14 ECTS, können die überschüssigen ECTS als fachgebundene Wahl angerechnet werden. Es ist zu beachten, dass jedes Vertiefungsmodul spezifische Aufbaumodule oder Aufbauomodulkategorien vorgibt, aus denen ein Aufbauomodul verpflichtend bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden muss. Diese Vorgaben sind in der Modulbeschreibung der Vertiefungsmodule im Anhang A unter „Verpflichtende Lehrveranstaltungen“ angegeben.

Projektarbeit:

Projektarbeit (5,0 ECTS)

Das Modul *Projektarbeit* ist verpflichtend zu absolvieren. Die Projektarbeiten sind den Schwerpunkten zugeordnet. Die Projektarbeit ist aus jenem Schwerpunkt zu wählen, dem auch mindestens ein gewähltes Vertiefungsmodul zugeordnet ist.

Schwerpunkt S1: Energietechnik und Energiesysteme

Projektarbeit Energietechnologien
Projektarbeit Luftfahrttechnik
Projektarbeit Strömungsmaschinen
Projektarbeit Apparatebau
Projektarbeit Strömungsmechanik
Projektarbeit Messtechnik und Aktorik
Projektarbeit Regelungstechnik

Schwerpunkt S2: Fahrzeuge und Mobilität

Projektarbeit Rehabilitationstechnik
Projektarbeit Maschinenelemente
Projektarbeit Automobiltechnik
Projektarbeit Technische Dynamik
Projektarbeit aus Fahrzeugdynamik oder Biomechanik
Projektarbeit Messtechnik und Aktorik
Projektarbeit Regelungstechnik
Projektarbeit Virtuelle Produktentwicklung
Projektarbeit Tribologie

Schwerpunkt S3: Luftfahrttechnik

Projektarbeit Luftfahrtgetriebe
Projektarbeit Fertigungslösungen mit Lasern
Projektarbeit Leichtbau und Finite Elemente
Projektarbeit Luftfahrttechnik
Projektarbeit Strömungsmechanik
Projektarbeit Student Aerospace

Projektarbeit Messtechnik und Aktorik
Projektarbeit Regelungstechnik
Projektarbeit Virtuelle Produktentwicklung

Schwerpunkt S4: Werkstoffe und Fertigungstechnik

Projektarbeit Werkstoffe
Projektarbeit Fertigungslösungen mit Lasern
Projektarbeit Produktionsmesstechnik
Projektarbeit Fertigungsautomatisierung
Projektarbeit Rechnerintegrierte Fertigung
Projektarbeit Fertigungssysteme
Projektarbeit Integrative Produktentstehung
Projektarbeit Leichtbau und Finite Elemente
Projektarbeit Biomechanik der Gewebe

Schwerpunkt S5: Produktentwicklung und Produktionssysteme

Projektarbeit Ecodesign/Umweltgerechte Produktgestaltung
Projektarbeit Technische Logistik
Projektarbeit Rehabilitationstechnik
Projektarbeit Maschinenelemente
Projektarbeit Produktionsmesstechnik
Projektarbeit Fertigungsautomatisierung
Projektarbeit Rechnerintegrierte Fertigung
Projektarbeit Fertigungssysteme
Projektarbeit Integrative Produktentstehung
Projektarbeit Technische Dynamik
Projektarbeit Produktions- und Logistikmanagement
Projektarbeit Arbeitswissenschaft und Organisation
Projektarbeit Finanzwirtschaft und Controlling
Projektarbeit Leadership, Strategy & Change
Projektarbeit Luftfahrttechnik
Projektarbeit Messtechnik und Aktorik
Projektarbeit Regelungstechnik
Projektarbeit Virtuelle Produktentwicklung
Projektarbeit Tribologie

Schwerpunkt S6: Angewandte Mechanik

Projektarbeit Rehabilitationstechnik
Projektarbeit Fertigungsautomatisierung
Projektarbeit Leichtbau und Finite Elemente
Projektarbeit Strömungsmechanik

Projektarbeit Technische Dynamik
Projektarbeit aus Fahrzeugdynamik oder Biomechanik
Projektarbeit Mechanik dünner Strukturen
Projektarbeit Messtechnik und Aktorik
Projektarbeit Regelungstechnik

Schwerpunkt S7: Biomedizinische Technik

Projektarbeit Rehabilitationstechnik
Projektarbeit Biomechanik der Gewebe
Projektarbeit aus Fahrzeugdynamik oder Biomechanik
Projektarbeit Messtechnik und Aktorik
Projektarbeit Regelungstechnik

Fachgebundene Wahl (18,0 ECTS)

Fachgebundene Wahl (18,0 ECTS)

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS)

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS)

Diplomarbeit (30,0 ECTS)

Siehe Abschnitt §9

Allgemeine Bestimmungen

Zeugnisse können nur dann für den Abschluss des Masterstudiums verwendet werden, wenn sie nicht bereits zur Erreichung jenes Studienabschlusses verwendet wurden, der Voraussetzung für die Zulassung zum Masterstudium war. Eine absolvierte Lehrveranstaltung kann für den Abschluss des Masterstudiums nur einmal herangezogen werden. Sollte dieselbe Lehrveranstaltung in beiden gewählten Vertiefungsmodulen enthalten sein, müssen die Lehrveranstaltungen innerhalb der Vertiefungsmodule so gewählt werden, dass beide Module im Umfang von 14 ECTS absolviert werden können. Sollte dies nicht möglich sein, verringert sich der Umfang eines der Module um den ECTS Umfang dieser Lehrveranstaltung und der Umfang der fachgebundenen Wahl vergrößert sich im gleichen Ausmaß.

Festlegung eines Studienschwerpunktes:

Im Rahmen des Masterstudiums besteht die Möglichkeit, einen fachlichen Schwerpunkt zu wählen. Der Schwerpunkt ermöglicht es den Studierenden, ihren fachlichen Fokus im Masterstudium gezielt zu definieren und in einem bestimmten Fachgebiet eine fundierte sowie vertiefende Ausbildung zu erlangen. Ein Schwerpunkt gilt als absolviert, wenn beide Vertiefungsmodule demselben Schwerpunkt zugeordnet sind und die zugehörige Schwerpunkteinführung abgeschlossen ist. Demnach gilt ferner, dass zwei Aufbau-module durch die gewählten Vertiefungsmodule festgelegt werden und die Projektarbeit dem Schwerpunkt zugeordnet ist.

Werden diese Voraussetzungen vollständig erfüllt, besteht die Möglichkeit, die Spezialisierung des Schwerpunktes im Zeugnis zu vermerken.

Die Schwerpunkte sind wie folgt bezeichnet:

Schwerpunkt S1: Energietechnik und Energiesysteme

Schwerpunkt S2: Fahrzeuge und Mobilität

Schwerpunkt S3: Luftfahrttechnik

Schwerpunkt S4: Werkstoffe und Fertigungstechnik

Schwerpunkt S5: Produktentwicklung und Produktionssysteme

Schwerpunkt S6: Angewandte Mechanik

Schwerpunkt S7: Biomedizinische Technik

Die zugehörigen Schwerpunkteinführungen umfassen folgende Lehrveranstaltungen, die im Rahmen der fachgebundenen Wahlfächern absolviert werden können.

Schwerpunkteinführung zu *Schwerpunkt S1: Energietechnik und Energiesysteme*

- 3,0/2,0 VO Grundlagen der Energietechnik & Energiesysteme
- 2,0/2,0 VO Grundlagen der Strömungsmaschinen

Schwerpunkteinführung zu *Schwerpunkt S2: Fahrzeuge und Mobilität*

- 3,0/2,0 VO Grundlagen der Fahrzeugdynamik

- 2,0/2,0 VO Nachhaltige Mobilität

Schwerpunkteinführung zu *Schwerpunkt S3: Luftfahrttechnik*

- 5,0/4,0 VU Einführung in die Luftfahrttechnik: Aerodynamik, Leichtbau und Flugleistungen

Schwerpunkteinführung zu *Schwerpunkt S4: Werkstoffe und Fertigungstechnik*

- 2,5/2,0 VO Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungstechnologien: Konzepte und Technologien
- 2,5/2,0 UE Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungstechnologien: Vertiefung und Anwendung

Schwerpunkteinführung zu *Schwerpunkt S5: Produktentwicklung und Produktionssysteme*

- 2,0/1,0 VO Integrative Produktentstehung
- 3,0/3,0 UE Integrative Produktentstehung

Schwerpunkteinführung zu *Schwerpunkt S6: Mechatronik*

- 5,0/4,0 VU Kontinuierliche Simulation

Schwerpunkteinführung zu *Schwerpunkt S7: Biomedizinische Technik*

- 5,0/4,0 VU Schwerpunkteinführung Biomedical Engineering

Kurzbeschreibung der Module

Dieser Abschnitt charakterisiert die Module des Masterstudiums *Maschinenbau* in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

Pflichtmodule

Fachgebundene Wahl (18,0 ECTS)

Studierende wählen im Rahmen dieses Moduls individuell Lehrveranstaltungen aus den Masterstudien Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau, Verfahrenstechnik und nachhaltige Produktion oder aus einer Liste von aktuell angebotenen Lehrveranstaltungen, die jedes Jahr von der Studienkommission Maschinenwesen und Betriebswissenschaften beschlossen wird. Ziel ist es, den individuellen, fachlichen Fokus zu erweitern und in den Vertiefungen Gelerntes zu ergänzen.

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS) Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

Projektarbeit (5,0 ECTS) In diesem Modul wird eine mit einem oder mehreren Vertiefungsmodulen in Zusammenhang stehende Projektarbeit angefertigt.

Modulgruppe Aufbaumodule

Einführung in die Finite Differenzen und Finite Volumen Methoden (5,0 ECTS) Partielle Differentialgleichungen, die für Probleme der Strömungsmechanik und Wärmeübertragung relevant sind, werden eingeführt. Es werden grundlegende Kenntnisse über deren numerische Lösung vermittelt. Dazu gehören Untersuchungen über Stabilität und Konsistenz von Diskretisierungsverfahren. Es wird ein Überblick über gängige Diskretisierungsverfahren in der Strömungs- und Wärmetechnik gegeben. Modellgleichungen werden behandelt, wie die Laplace- und Poisson-Gleichungen und die Konvektions-Diffusions-Gleichung.

Einführung in die Finite Elemente Methoden (5,0 ECTS) Aufbauend auf Grundlagen der Mathematik, insbesondere Differentialgleichungen und lineare Algebra, lernen die Studierenden die Erfordernisse und Möglichkeiten für den Einsatz der Finite-Elemente-Methoden (FEM) in allen Bereichen des Maschinenbaus kennen und gewinnen die Voraussetzungen für einen sinnvollen Gebrauch der Methodik und den Einsatz von Programmen. Der verantwortungsvolle Einsatz von FEM-Programmen setzt die Grundkenntnisse der Theorie der FEM-Methode für eine sinnvolle Modellbildung und für eine verlässliche Interpretation der erzielten Ergebnisse voraus.

Elektrotechnik und Elektronik 2 (5,0 ECTS) Ziel ist die Vermittlung von vertiefenden Kenntnissen aus den Bereichen Maschinen und Antriebstechnik, Elektrische Messtechnik, Leistungselektronische Bauelemente und Schaltungen sowie Grundlagen der Digitaltechnik soweit diese für den anwendungsorientierten Einsatz in den Ingenieurwissenschaften relevant sind. Die Studierenden erwerben methodische Kenntnisse zum Lösen von Problemstellungen zu den genannten Themengebieten.

Fertigungstechnik 2 (5,0 ECTS) Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Fertigungsverfahren der Zerspanung (mit geometrisch bestimmten und unbestimmten Schneiden) auszulegen und zu berechnen. Sie beherrschen die Analyse der Geometrie, Kinematik und Kraftkomponenten der Zerspanung und können Schnittkräfte sowie Schnittleistung für konventionelle und Hochgeschwindigkeitszerspanung exakt bestimmen. Ein Schwerpunkt liegt auf der material- und prozessorientierten Optimierung: Die Studierenden sind fähig, Eigenschaften, Verschleißmechanismen und Standzeiten von Schneidstoffen zu vergleichen und zu analysieren. Sie legen Prozessparameter und Werkzeuggeometrien optimal aus und können die Auswirkungen von Kühlschmierung, Trockenbearbeitung und Mindermengenschmierung auf den Zerspanungsprozess erklären. Darüber hinaus verstehen sie die Grundlagen der Mikro- und Hochgeschwindigkeitszerspanung.

Grundlagen der Werkstoffmodellierung (5,0 ECTS) Wesentliche Methoden der Werkstoffmodellierung werden vorgestellt, wobei atomistischen Betrachtungen semiempirische Ansätze gegenübergestellt werden. In beiden Modellierbereichen spielt das datengesteuerte Arbeiten eine wesentliche Rolle, um komplexe Zusammenhänge in bestehenden Datensätzen zu erkennen und zu verstehen. Es wird gezeigt, dass die physikalisch-basierte Werkstoffmodellierung wesentlich mit der Vorhersagekraft korreliert. Hierfür

wird das Verständnis für Werkstoffeigenschaften, Kristallstruktur und Phasenstabilität, und deren Bezug zum Modell, vertieft. Das Üben an einfachen Fallbeispielen dient der Anwendung der Modellierung auf reale Werkstoffe.

Höhere Festigkeitslehre (5,0 ECTS) Die sachgerechte Auslegung dünnwandiger Bauteile in oft komplexen statischen oder dynamischen Lastfällen erfordert Kenntnisse über die Ausprägung von Verformungen und mechanischen Spannungen in solchen Strukturen sowie entsprechende Kriterien für den Festigkeitsnachweis. Das Modul vermittelt entsprechende theoretische Grundlagen und Methodik zur Analyse der Deformation dünnwandiger Strukturen und umfasst: die Theorie der Torsion des geraden Stabes für kompakte, dünnwandige geschlossene und dünnwandige offene Querschnitte inklusive Wölbkrafttorsion sowie die geometrisch lineare Theorie für Scheiben, Platten und Schalen betreffend kinematische Beschreibung, mechanische Beanspruchung und dynamische Schwingungen. Zur Lösung konkreter mechanischer Probleme für Stäbe und rotationssymmetrische Flächentragwerke werden analytische Ansätze sowie die numerischen Näherungsverfahren von Ritz und Galerkin herangezogen.

Höhere Konstruktionslehre (5,0 ECTS) Das Aufbaumodul Höhere Konstruktionslehre vermittelt Methoden der systematischen Produktentwicklung – von der Analyse technischer Anforderungen bis zur Bewertung und Ausarbeitung tragfähiger Produktkonzepte. Studierende lernen, etablierte Vorgehensmodelle wie VDI 2221, TRIZ oder QFD gezielt anzuwenden und technische Produkte strukturiert von der frühen Konzeptphase bis zur Serienreife zu entwickeln.

Höhere Maschinenelemente (5,0 ECTS) Die Studierenden beherrschen vertiefende Maschinenkonstruktionen und Berechnungsaufgaben, die methodisch sinnvolle Umsetzung von Maschinenkonstruktionen mit 3D-CAD Systemen und die Anwendung computergestützter Auslegungs- und Nachweisverfahren und werden mit den wichtigsten Kostenparametern am Beispiel des Getriebebaus vertraut gemacht.

Human Resource Management and Leadership (5,0 ECTS) Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen und Methoden des Human Resource Managements und der Führung. Sie kennen die wichtigsten HR Instrumente zu Recruiting, Motivation, Leistungsmangement und Führung.

Industrielle Informationssysteme (5,0 ECTS) Die Studierenden beherrschen Grundkonzepte der IT-Systeme, die übergreifend und integrativ Leistungserstellungsprozesse von Industrieunternehmen unterstützen. Dazu gehören insbesondere Enterprise Resource Planning (ERP) Systeme und Systeme, die im Rahmen von Product Lifecycle Management (PLM) Anwendung finden.

Maschinendynamik (5,0 ECTS) Die Studierenden besitzen Grundlagenkenntnisse auf dem Gebiet der Maschinendynamik. Sie haben sich mit Modellbildungsfragen in der Maschinendynamik beschäftigt und können die Bewegungsgleichung und Zwangskräfte von EFG-Mechanismen aufstellen. Sie sind mit Schwingungen linearer Mehrfreiheitsgradsysteme vertraut, haben sich in drehschwingungsfähigen Systemen vertieft und beherrschen die Grundzüge zu Biegeschwingungen von Wellen und Rotoren. Sie haben

die Befähigung zum eigenständigen Arbeiten an maschinendynamischen Problemstellungen erworben.

Mehrkörpersysteme (5,0 ECTS) Die Studierenden verfügen über Grundlagenkenntnisse auf dem Gebiet der Mehrkörper-Systemdynamik. Sie beherrschen, aufbauend auf einer systematischen Aufbereitung der Kinematik von Mehrkörpersystemen mit starren und deformierbaren Körpern, die Newton-Euler Gleichungen, die Anwendung des d'Alembert'schen und Jourdain'schen Prinzips und die Gibbs-Appell Gleichungen. Durch Präsentation von Anwendungsbeispielen aus dem Bereich der Mechatronik und deren numerische Behandlung (Simulation) unter Zuhilfenahme eines ausgewählten Mehrkörperdynamik-Softwarepakets erwerben sie die Befähigung zum eigenständigen Arbeiten an mehrkörperdynamischen Problemstellungen.

Oberflächentechnik (5,0 ECTS) Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, die geschichtliche Entwicklung der Oberflächentechnologie zusammenzufassen, die Prinzipien der Tribologie und des Verschleißes zu beschreiben, Oberflächenmodifikationen zu kategorisieren sowie Beschichtungsverfahren zu erläutern. Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der grundlegenden Konzepte der Oberflächentechnik und sind in der Lage, selbständig grundlegende Methoden zur Synthese und Charakterisierung im Bereich der Oberflächentechnik durchzuführen.

Regelungstechnik 2 (5,0 ECTS) Das Modul vertieft die Fertigkeiten in der Regelungstechnik um Zustandsraummethoden, Wurzelortskurven, sowie einige Ansätze zur Analyse von und zum Regelungsentwurf für nichtlineare dynamische Systeme. Es bietet eine solide Basis für spätere Spezialveranstaltungen in forschungsnahen Bereichen der Regelungstechnik, Automatisierungstechnik, Simulation und Optimierung.

Strömungsmechanik 2 (5,0 ECTS) Die Studierenden gewinnen eine vertiefte Grundlage der Konzepte und der wichtigsten technischen Anwendungen der Strömungsmechanik. Alle Themen werden durch Beispiele und Übungen vermittelt.

Struktursimulation (5,0 ECTS) Im modernen Maschinenbau sind numerische Simulationen unverzichtbar für die Bauteilanalyse hinsichtlich elastischer Formänderungen, Stabilität, Schwingungsverhalten und Festigkeit. Spezialisierte Simulationssoftware existiert für die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche: vom Festigkeitsnachweis eines Tragwerks über Schwingungsanalyse von Rotorblättern unter aero-elastischen Belastungen bis hin zu Crash-Simulationen für den Automotive-Sektor. Die Bedienung solcher Programme, die konsistente Modellbildung, die Interpretation von Simulationsergebnissen sowie die Identifikation möglicher Probleme und Fehler erfordern Grundkenntnisse entsprechender Simulationsmethoden in der Festkörper- und Strukturmechanik, die in diesem Aufbaumodul vermittelt werden. Neben Finiten Differenzen und dem Ritz'schem Verfahren liegt ein besonderes Augenmerk auf der Methode der Finiten Elemente (FEM). Klassische Aspekte der numerischen Modellierung in der Strukturmechanik werden präsentiert und anhand interaktiver Modellbeispiele unmittelbar erfahrbar gemacht. Darüber hinaus wird aufgezeigt, wie bestehende Programme erweitert oder problemorientiert eigene Simulationstools erarbeitet werden können, wenn Standardmethoden an ihre Grenzen stoßen. Ergänzende Beispiele mit dem kommerziellen Programm ABAQUS

stellen den Transfer zur industriellen Praxis her.

Technology Entrepreneurship (5,0 ECTS) Nach Absolvierung des Moduls wissen die Studierenden wie technologische Entwicklungen und technologiebasierte Innovationen in Geschäftsvorhaben übergeführt werden. Sie kennen die Theorien und die empirische Evidenz zu Technology Entrepreneurship und haben ein systematisches Phasenmodell zur Umsetzung von Technologieprojekten im Rahmen der Unternehmensgründung praktisch erprobt.

Thermodynamik 2 (5,0 ECTS) Die Studierenden beherrschen die thermodynamischen Grundlagen und kennen die für die Energietechnik wichtigen Grundlagen der Mehrstoffthermodynamik: Zustandsgleichungen, thermodynamisches, chemisches und Membran Gleichgewicht sowie Reaktionskinetik. Es werden wichtige angewandte thermodynamische Problemstellungen analysiert: thermische Stofftrennprozesse, CCS-Prozesse, Luftzerlegung, Vergasung, IGCC Prozess, Meerwasserentsalzung.

Venture Financing and Sustainability Management (5,0 ECTS) Basierend auf einem soliden Grundlagenwissen in der Betriebs- und Unternehmensführung werden in diesem Modul Fragestellungen vertieft, die insbesondere für junge Unternehmen bzw. Start-ups von großer Bedeutung sind. Einerseits werden spezifische Aspekte der Finanzierung dieser Unternehmen erarbeitet. Im Fokus stehen Fragen nach relevanten Finanzierungsquellen und nach Möglichkeiten, diese Quellen im Sinne des Unternehmens bestmöglich zu erschließen. Andererseits werden Grundlagen des Nachhaltigkeitsmanagement erarbeitet. Diese sollen dabei helfen, nachhaltige, d.h. insbesondere auch resiliente und zukunftsfähige Geschäftsmodelle zu entwickeln und umzusetzen. Auch einschlägige Standards und Rahmenwerke, um über die Nachhaltigkeitsleistung eines Unternehmens zu berichten, werden abgedeckt. Dass Kapitalgeber ebenfalls immer häufiger nach diesbzgl. Nachweisen für Finanzierungsentscheidungen verlangen, stellt zugleich den inhaltlichen Konnex zwischen den beiden LVA dieses Moduls her.

Wärmeübertragung (5,0 ECTS) Die Studierenden kennen die Theorie der erzwungenen Konvektion, natürlichen Konvektion, der Phasenumwandlungen (Erstarren, Kondensieren), des Strahlungsaustausches und die Grundgleichungen der Wärmeübertragung (in strömenden und strahlenden Fluiden).

Werkstofftechnologie (5,0 ECTS) Die Studierenden erwerben die erforderlichen Kenntnisse zur Beeinflussung von Werkstoffeigenschaften durch technologische Prozesse, wie zum Beispiel Wärmebehandlung und thermisch-mechanische Behandlung. Sie kennen die grundlegenden Herstellungsverfahren für metallische Legierungen, wie zum Beispiel Gießen, Walzen oder Ziehen/Kaltverformung. Sie erwerben Praxis im anwendungsorientierten Einsatz des Gelernten und sind zum eigenständigen Erarbeiten des Verständnisses in materialrelevanten Fragenstellungen der Ingenieurwissenschaften befähigt.

Modulgruppe Vertiefungsmodule

Additive Manufacturing and Biomaterials (14,0 ECTS) Das Modul informiert über wichtige Verfahren der Kunststofftechnik und befasst sich mit den wichtigsten Entwicklungen bei der Granulat-, Halbzeug- und Fertigproduktherstellung. Eigenständiges Arbeiten auf dem Gebiet der Werkstoffverarbeitung und Werkstoffcharakterisierung. Vertiefung in ausgewählte Kapitel der Werkstoffwissenschaften. Literatur- und Patentrecherchen zu aktuellen Themen der am Institut bearbeiteten Forschungsgebiete. Kenntnis der grundlegenden additiven Fertigungsverfahren. Theoretische Kenntnisse und praktische Erfahrungen mit 3D-Druckern. Lösen von Designaufgaben. Verstehen der Designprinzipien und mechanischen Optimierungsstrategien ausgewählter biologischer Materialien. Übernahme von Designprinzipien aus der Natur. Vermittlung von Kenntnissen über den Einsatz von Werkstoffen in der Medizin. Kenntnisse zum Design und zur Systemintegration mechatronischer Systeme in Robotik-Anwendungen.

Advanced Numerical Solid Mechanics (14,0 ECTS) Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierende in der Lage Probleme der nichtlinearen Festkörpermechanik mit Hilfe der Finite Elemente Methode eigenständig zu bearbeiten und die erhaltenen Ergebnisse zu überprüfen. Die Inhalte umfassen die Grundlagen der nichtlinearen Festkörperkontinuumsmechanik, die Grundlagen der nichtlinearen Finite Elemente Methode, der numerischen Behandlung von Stabilitätsproblemen, weiterführende Konzepte der Materialmodellierung und eine Einführung in die Entwicklung von Finite Elemente Routinen.

Aerodynamik (14,0 ECTS) In diesem Modul werden die Grundlagen der Aero- und Gasdynamik vermittelt. Es werden die physikalischen Prinzipien strömender Medien sowie deren Anwendung auf technische Fragestellungen der Aerodynamik behandelt. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Theorie der Grenzschichten und turbulenten Strömungen sowie deren Bedeutung für reale Strömungsphänomene. Darüber hinaus werden Unterschall- und Überschallströmungen im Kontext der Gasdynamik analysiert. Ergänzend werden numerische Methoden der Computational Aerodynamics eingeführt, die zur Simulation und Analyse komplexer Strömungen eingesetzt werden. Im begleitenden Seminar werden aktuelle Themen der Strömungsmechanik von den Studierenden erarbeitet, präsentiert und diskutiert.

Apparate- und Anlagenbau (14,0 ECTS) Das Modul bietet eine Einführung in den Apparate- und Anlagenbau sowie eine Vertiefung in Konstruktion und Berechnung von Druckgeräten. Es setzt sich aus Vorlesungen mit begleitenden Übungsteilen sowie einer Konstruktionsübung zusammen.

Automatisierungstechnik (14,0 ECTS) Die Studierenden kennen unterschiedliche Modellierungsansätze zur datenbasierten Modellbildung und ausgewählte moderne Regelungsverfahren. Sie erlangen Fertigkeiten im Umgang mit aktueller Simulationssoftware für Regelungstechnik und grundlegende Fähigkeiten zur selbständigen Erarbeitung von automatisierungstechnischen Lösungen.

Biomechanik der Gewebe und des menschlichen Bewegungsapparates (14,0

ECTS) Aufbauend auf Grundlagen der Mechanik und der Werkstoffwissenschaften hat das Modul „Biomechanik der Gewebe und des menschlichen Bewegungsapparates“ das Ziel, einerseits das Verständnis der engen Beziehungen zwischen hierarchischer Struktur und mechanischer Funktion der Gewebe des Bewegungsapparates zu vermitteln sowie die Anwendung der mathematischen Modellierung ihres Verhaltens und die Relevanz ihrer morphologischen und biomechanischen Eigenschaften in einem klinischen Umfeld aufzuzeigen. Andererseits werden unterschiedliche Modellierungsansätze zur Beschreibung des (menschlichen) Bewegungsapparates einschließlich der damit verbundenen Probleme, Vereinfachungen und Einschränkungen behandelt, um für konkrete Fragestellungen die Auswahl geeigneter Modelle und Verfahren zu ermöglichen.

Computational Methods in Biomedical Engineering (14,0 ECTS) Die Studierenden können computergestützte Methoden der Biomedizinischen Technik benennen und die theoretischen Grundlagen erläutern sowie methodische Werkzeuge auf einfache Problemstellungen anwenden. Sie formulieren biomedizinische Problemstellungen, analysieren diese gründlich und entwickeln praxisnahe Lösungsvorschläge. Darüber hinaus verfügen sie über ausgeprägte soziale Kompetenzen, einschließlich Teamfähigkeit und kommunikativer Fertigkeiten, die es ihnen ermöglichen, in interdisziplinären Projekten erfolgreich zu arbeiten.

Energiesysteme (14,0 ECTS) Dieses Modul vermittelt eine Einführung in die Analyse, Modellierung und Optimierung industrieller Energiesysteme unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Rahmenbedingungen. Aufbauend auf grundlegenden energietechnischen Zusammenhängen werden mathematische Methoden, numerische Simulationswerkzeuge sowie Optimierungsansätze zur systematischen Bewertung und Verbesserung energietechnischer Anlagen und Prozesse vorgestellt. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der modellbasierten Beschreibung von Energiesystemen, der Auswahl geeigneter Modellierungsansätze sowie der Anwendung moderner Methoden der Datenaufbereitung und Modellvalidierung. Darüber hinaus werden grundlegende Konzepte der Automatisierungstechnik, der digitalen Messdatenerfassung und der Prozesssteuerung behandelt und anhand praktischer Beispiele vertieft. Die im Modul vermittelten Inhalte ermöglichen den Studierenden, komplexe energietechnische Problemstellungen strukturiert zu analysieren, geeignete Lösungsstrategien zu entwickeln und diese sowohl technisch als auch methodisch zu begründen.

Energietechnologien (14,0 ECTS) Die Studierenden, die dieses Vertiefungsmodul wählen, erhalten einen Überblick über die wichtigsten Technologien und die dahinterstehenden naturwissenschaftlichen und technischen, v.a. thermodynamischen Konzepte zur Energiebereitstellung und können diese analysieren und bewerten. Zudem können Sie die technologischen Konzepte und mathematischen Grundlagen zur Auswahl und Berechnung einer Speichertechnologie anwenden und sind in der Lage, die passende Speichertechnologie auszuwählen und die erhaltenen Berechnungslösungen kritisch zu hinterfragen bzw. zu interpretieren. Im Rahmen dieses Moduls sind die Studierenden mit neuesten Forschungs- und Entwicklungsergebnissen in Kontakt gekommen und haben diese kritisch beleuchtet. Die Studierenden beherrschen nach Absolvierung des Moduls das selbstständige Einarbeiten, Erarbeiten und Aufbereiten technischer Konzepte und

Forschungsergebnisse. Sie haben Praktiken zum Konzeptionieren und Halten von Vorträgen über wissenschaftliche Inhalte erlernt und geübt. Nach Wahl dieses Vertiefungsmoduls können die Studierenden durch die Umsetzung der vorgestellten Technologien und Methoden eigenständige Lösungen im Bereich der Energiebereitstellung erarbeiten. Die Studierenden haben die Möglichkeit ihre Teamfähigkeit in kleinen Gruppen mit Arbeitsteilung zu trainieren. Die Studierenden erkennen die Bedeutung der industriellen Energiebereitstellung für die Gesellschaft und welchen Beitrag sie im Wechselspiel zwischen den dazu notwendigen Technologien und dem Umweltschutz leisten können.

Fahrzeugsystemdynamik (14,0 ECTS) Die Studierenden erlangen vertiefende Kenntnisse auf dem Gebiet der Fahrzeugsystemdynamik sowohl in theoretischer als auch in anwendungsnaher Hinsicht. Schwerpunkte sind die Modellierung und Analyse fahrdynamischer Systeme von Land-, Schienen-, Wasser- und Luftfahrzeugen mit besonderer Vertiefung auf Straßen- und Schienenfahrzeuge. Dabei werden grundlegende Fahrzeugmodelle und deren Systemgleichungen hergeleitet sowie fahrdynamische Phänomene hinsichtlich Fahrverhalten, Fahrstabilität und Fahrkomfort untersucht.

Weitere Inhalte umfassen die Kontaktmodellierung zwischen Fahrzeug und Stützmedium (Reifen-Fahrbahn, Rad-Schiene), Methoden zur passiven und aktiven Beeinflussung von Fahrzeugsystemeigenschaften anhand von Fahrdynamikregelsystemen sowie Parameter- und Zustandsschätzung. Zudem werden Fahrer-Fahrzeug-Interaktion, die Modellierung des menschlichen Fahrerverhaltens sowie moderne Systeme der aktiven Fahrsicherheit, Fahrerassistenzsysteme, Drive-by-Wire und automatisiertes Fahren behandelt.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Verknüpfung von Theorie, Simulation und Fahrversuch. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, fahrdynamische Problemstellungen systematisch zu analysieren, geeignete Modelle zu entwickeln und numerische Ergebnisse kritisch zu interpretieren.

Fertigungsautomatisierung (14,0 ECTS) Die Studierenden besitzen Verständnis von Aufbau, Funktionsweise, Programmiermethoden und organisatorischem Umfeld numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen. Sie kennen überdies Funktionalität, Einsatzmöglichkeiten und Programmierverfahren von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) und sind mit den Grundlagen der industriellen Kommunikation vertraut.

Fertigungsmesstechnik & Qualität (14,0 ECTS) Die Studierenden kennen die Grundlagen des Qualitätsmanagements und sind insbesondere mit der geometrischen Produkt-Spezifikation und -Verifikation vertraut. Sie kennen die wesentlichen Verfahren der Produktionsmesstechnik und beherrschen den Umgang mit verschiedenen Messmitteln.

Fertigungstechnik 3 (14,0 ECTS) Die Studierenden beherrschen die Berechnungsmodelle für mechanische Technologien wie der Spanenden Fertigung und der Umformtechnik (einschließlich Kraftkomponenten und Umformparametern) als Voraussetzung für die Auslegung von Produktionsprozessen. Sie können Maschinenkonzepte moderner Werkzeugmaschinen (WZM) analysieren und wesentliche WZM-Komponenten (wie Betten, Spindeln, Schlitten) unter Berücksichtigung der Maschinencharakteristik und Simulati-

on gestalten und berechnen. Ein Schwerpunkt liegt auf der Spanenden Präzisionsbearbeitung sowie den Schlüsselverfahren der metallischen Additiven Fertigung (PBF, DED, WAAM) und deren digitaler Prozesskette (CAD/CAM/CAE). Die Studierenden sind in der Lage, additive und subtraktive Bearbeitungsmethoden in CAD/CAM-Systemen zu programmieren, die Maschinenprogramme zu simulieren und deren Qualität zu bewerten. Sie kennen die Wechselwirkungen zwischen Maschine, Mensch, Material und Informationstechnologie unter Beachtung von Aspekten wie Arbeitsgenauigkeit.

Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis (14,0 ECTS) Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, konkrete Herausforderungen aus dem Bereich der Ingenieurspraxis mithilfe der Finite-Elemente-Methode zu bewältigen. Sie beherrschen sämtliche erforderlichen Schritte, angefangen bei der Modellbildung über die eigentliche Finite-Elemente-Analyse bis hin zur Dokumentation der Ergebnisse. Darüber hinaus sind die in der Lage, die Ergebnisse entsprechend zu interpretieren, gegebenenfalls Modifikationen am Modell vorzunehmen und die angewandte Lösungsstrategie sowie die erzielten Ergebnisse in einem technischen Bericht zusammenzufassen. Zusätzlich sind die Studierenden befähigt, ein für die numerische Auslegung passendes Optimierungsproblem aufzusetzen. Dies beinhaltet die Modellierung und Simulation des physikalischen Problems, die passende Beschreibung der Optimierungsparameter, sowie die Auswahl eines passenden Optimierungsalgorithmus.

Fluidmechanik in Energie und Umwelt (14,0 ECTS) Das Vertiefungsmodul vermittelt Kompetenzen zur Lösung anwendungsnaher Probleme. Der Fokus liegt auf den Bereichen Energie, Industrie und Umwelt. Es besteht aus mehreren spezialisierten Lehrveranstaltungen. Zentrale Inhalte sind fortgeschrittene Konzepte der Strömungsmechanik. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf Mehrphasenströmungen. Behandelt werden Modellierungsansätze für Turbulenz. Weitere Themen sind partikel- und blasenbeladene Strömungen. Auch Phasenwechselprozesse sind Bestandteil des Moduls. Die Inhalte werden mithilfe analytischer, simulativer und experimenteller Methoden erarbeitet. Die erworbenen Werkzeuge sind essenziell für Energieanwendungen sowie für Industrieprozesse und Umwelt- und Klimaschutzanwendungen.

Fördertechnik & Technische Logistik (14,0 ECTS) Das Vertiefungsmodul vermittelt ein umfassendes Verständnis aller wesentlichen Komponenten, Systeme und Planungsmethoden moderner Förder und Materialflusstechnik. Die Studierenden lernen, technische Lösungen zu entwickeln, Berechnungs und Nachweisverfahren anzuwenden sowie Simulationen und messtechnische Analysen für komplexe Logistik- und Fördersysteme durchzuführen.

Formula Student (14,0 ECTS) Die Studierenden sind – aufbauend auf den Grundlagen der Festigkeitslehre, der Maschinenelemente, der Werkstoffwissenschaften, der Konstruktionslehre und des Projektmanagements – befähigt, selbstständig ein Bauteil oder eine Baugruppe eines Rennautos der Formula Student zu konstruieren, zu simulieren und zu realisieren. Außerdem wissen sie über die organisatorischen Aufgaben und Hürden von Entwicklungsprojekten in Zusammenarbeit mit der Industrie Bescheid und sind befähigt, diese zu bearbeiten. Die in der Formula Student herrschende Sprache ist Eng-

lich. Studierende erwerben daher auch die Fähigkeit, mit englischsprachiger Literatur umzugehen und in englischer Sprache zu diskutieren und zu präsentieren.

Hydraulische Strömungsmaschinen (14,0 ECTS) Die Studierenden lernen die unterschiedlichen Arten von hydraulischen Strömungsmaschinen und ihre grundsätzliche Funktionsweise kennen. Aufbauend auf den Gesetzen der Strömungsmechanik wird die Energieumsetzung in hydraulischen Strömungsmaschinen beschrieben. Ausgehend von der analytischen Beschreibung lernen die Studierenden die Grundlagen und die Anwendung von numerischen und messtechnischen Methoden zur Untersuchung von hydraulischen Strömungsmaschinen kennen. Auf das Betriebs- und Regelverhalten der hydraulischen Strömungsmaschinen unter Berücksichtigung ihrer Einsatzgrenzen wird eingegangen. Schließlich sollen die Studierenden in der Lage sein, das Entwicklungs- und Innovationspotential im Bereich der hydraulischen Strömungsmaschinen hinsichtlich Wirkungsgradsteigerung, Lärminderung sowie schonende Ressourcennutzung zu beurteilen.

Kraftfahrzeugantriebe (14,0 ECTS) Das Modul behandelt nachhaltige Antriebe von Kraftfahrzeugen. Es werden grundlegende Kenntnisse zu konventionellen und alternativen Kraftfahrzeugantriebssystemen vermittelt, wie sie aktuell und zukünftig relevant sein werden. Der Inhalt des Moduls umfasst die komplette Prozesskette von der Speicherung chemischer Energieträger über die Energiewandlungspfade bis zur Bereitstellung mechanischer Antriebsenergie. Wesentliche Komponenten, die den technischen und ökologischen Betrieb der Antriebseinheiten ermöglichen, wie Aufladeeinheiten, Balance-of-Plant-Komponenten oder Abgasnachbehandlungssysteme, werden den Studierenden vorgestellt. Die Teilnehmenden werden in die Lage versetzt, technologische Lösungen für Fahrzeugantriebssysteme nachzuvollziehen, zu analysieren und zu bewerten. Sie erlangen die Kompetenz, grundlegende Berechnungen zu Prozessen und Komponenten in KFZ-Antriebssystemen durchzuführen. Durch Einbindung in aktuelle internationale Forschungs- und Entwicklungsprojekte wird eine hohe Innovationskompetenz erworben und die Erarbeitung von kreativen Lösungsansätzen gefördert. Durch gruppenorientiertes Arbeiten und Reflexion des erworbenen Wissens wird Sozialkompetenz vermittelt.

Kraftfahrzeugtechnik (14,0 ECTS) Innerhalb des Moduls geht es um die optimale Erfüllung der Mobilitäts- und Transportanforderungen des Straßenverkehrs durch die entsprechenden Fahrzeuge. Die grundlegende Anforderung hinsichtlich der aktiven und passiven Sicherheit, der ökologischen und ökonomischen Eigenschaften, der Raumnutzungskonzepte, den Produktkosten und den Haltbarkeitsanforderungen werden vermittelt. Ebenfalls werden die grundlegenden Kenntnisse über den Aufbau und die Funktion von Straßenfahrzeugen vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage, technologische Lösungen für Straßenfahrzeuge nachzuvollziehen, zu analysieren und zu bewerten. Sie können Berechnungen von grundlegenden Funktionen von Fahrzeugen durchführen. Durch Einbindung in aktuelle internationale Forschungs- und Entwicklungsprojekte wird eine hohe Innovationskompetenz erworben und die Erarbeitung von kreativen Lösungsansätzen gefördert. Durch gruppenorientiertes Arbeiten und Reflexion des erworbenen Wissens wird Sozialkompetenz vermittelt.

Lasermaterialbearbeitung & Photonik (14,0 ECTS) Der Laser gilt heute als

Schlüsselwerkzeug für die moderne Fertigung. Das Anwendungsspektrum des Lasers erstreckt sich dabei von der Messtechnik bis hin zur Materialbearbeitung, wobei unterschiedlichste Materialien beispielsweise auf Mikro- und sogar Nanometerskala strukturiert oder aber auch Bleche mit hoher Geschwindigkeit geschnitten oder geschweißt werden können. Darüber hinaus spielt der Laser eine zentrale Rolle in der additiven Fertigung, wo durch schichtweises Aufschmelzen von Metall- oder Kunststoffpulvern komplexe Bauteile mit höchster Präzision und Gestaltungsfreiheit hergestellt werden.

Im Modul „Lasermaterialbearbeitung & Photonik“ werden sowohl die physikalisch-technischen Grundlagen des Lasers und der damit verbundenen Anlagen als auch deren Anwendung insbesondere in der Materialbearbeitung vermittelt. In Übungen kann das in Vorlesungen erarbeitete theoretische Wissen an Hochleistungs- und Ultrakurzpuls-Laseranlagen für die Materialbearbeitung erprobt werden.

Leichtbau & Composites (14,0 ECTS) Die Studierenden sind - aufbauend auf Grundlagen der Festigkeitslehre, der Maschinenelemente, der Werkstoffwissenschaften und der Konstruktionslehre – nach positiver Absolvierung dieses Moduls befähigt, Strukturen, Maschinen und Anlagen oder Komponenten aus der Sicht des Leichtbaus so zu konzipieren, dass diese - bei Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich ihres Einsatzes - möglichst geringe Masse aufweisen. Diese Gewichtseinsparung hat das Potential, sowohl in der Herstellung als auch in der Produktnutzung zu einer Verbesserung in den Bereichen Nachhaltigkeit, Umwelt und Energie zu führen. Ferner wird den Studierenden methodisches Wissen über die Technologie der Verbundwerkstoffe, Sandwichverbunde und über Composite Strukturen vermittelt. Neben den Technologieunterschieden zu konventionellen Materialien, sind die Studierenden auch über die Vielfalt und Flexibilität im Design und der Fertigung von Faserverbundstrukturen informiert. Sie können die Konstruktionsprinzipien und analytischen Rechenmethoden des Leichtbaus zur Auslegung unter anderem von Composite-Strukturen anwenden, deren Versagen beurteilen sowie ein für die numerische Auslegung passendes Optimierungsproblem aufsetzen. Anhand einer selbst konzipierten und gefertigten Leichtbaustruktur sehen die Studierenden in den Laborübungen wie diese zerstörend getestet wird.

Luftfahrtgetriebe (14,0 ECTS) Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Entwicklung, Konstruktion und Berechnung von Getrieben. Der Fokus liegt dabei auf Getrieben für Luftfahrzeuge, wobei die Lehrveranstaltungen so aufgebaut sind, dass sie auch als Basis für das Studium anderer Getriebegruppen (z.B. KFZ-Getriebe, Getriebe für Schienenfahrzeuge) dienen.

Luftfahrzeugtechnik (14,0 ECTS) Nach positiver Absolvierung des Moduls Luftfahrzeugtechnik sind Studierende in der Lage, wesentliche Flugzeug- und Luftfahrzeugsysteme ganzheitlich zu analysieren, zu dimensionieren und im Kontext aktueller luftrechtlicher, sicherheitsrelevanter und ökologischer Anforderungen zu bewerten. Sie übertragen Methoden des Flugzeugentwurfs und des Systems Engineering auf konkrete Entwurfs- und Integrationsaufgaben und beurteilen dabei wechselseitige Abhängigkeiten von Struktur, Aerodynamik, Antrieb, Energie- und Bordsystemen. Sie planen und realisieren Mess- und Versuchskampagnen, werten Labortest- und Flugmessdaten quantitativ aus und leiten daraus belastbare Kenngrößen für die Auslegung ab. In projektorientierter Team-

arbeit reflektieren sie technische Lösungen im Hinblick auf Sicherheit, Umweltwirkung sowie unterschiedliche Nutzer_innengruppen und vertreten ihre Ergebnisse adressatengerecht in Wort und Schrift.

Maschinenelemente und Tribologie (14,0 ECTS) Die Studierenden verstehen die tribologischen Vorgänge im Kontakt von Konstruktionselementen. Sie erwerben vertiefte Grundlagen der Schmierungstechnik und gewinnen ein vertieftes Verständnis für ausgewählte Kapitel der Maschinenelemente und Getriebe.

Mechanik dünner Strukturen (14,0 ECTS) Schlanke Bauteile treten in Konstruktionen des Maschinenbaus in großer Vielfalt als tragende Elemente aber auch als bewegte Maschinenelemente oder Güter industrieller Herstellungsprozesse in Erscheinung (Tragwerke, rotierende Wellen, elastische Riemen, Bleche in einem Walzwerk). Den Studierenden werden vertiefende Kenntnisse der klassischen Theorien für Balken, Platten und Schalen vermittelt. Effiziente Lösungsverfahren werden selbständig für Problemstellungen implementiert, die sich mit kommerzieller Software nicht oder nicht zufriedenstellend behandeln lassen. Von den Studierenden entworfene digitale Zwillinge werden in der Laborübung einer experimentellen Validierung unterzogen.

Mechatronische Systeme (14,0 ECTS) Die Mechatronik erschließt ihre besonderen Potenziale durch das interdisziplinäre Zusammenspiel des klassischen Maschinenbaus, der Elektrotechnik und der Informatik. Dieses Modul vermittelt die wichtigsten Kenntnisse für die Entwicklung, Analyse, Realisierung und den Betrieb mechatronischer Systeme. Es werden wesentliche Methoden und Verfahren im Bereich der Modellbildung, Simulation und der Identifikation vermittelt, welche entscheidende Werkzeuge für die Entwicklung derartiger Systeme darstellen.

Modellierung gekoppelter Feldprobleme (14,0 ECTS) Zahllose technische Systeme basieren auf dem Zusammenspiel verschiedener physikalischer Effekte. Oft ist deren Beschreibung als Feldprobleme, typischerweise mittels partieller Differentialgleichungen, zielführend. Dieses Modul vermittelt vertiefende Kenntnisse im Bereich der physikalischen Modellierung und numerischen Simulation gekoppelter Feldprobleme. Dabei wird das erforderliche physikalische Hintergrundwissen von mechanischen, elektromagnetischen, strömungsmechanischen, thermischen oder akustischen Feldern sowie deren Kopplungen vermittelt, um konkrete Problemstellungen aus der Praxis behandeln zu können, beispielsweise MEMS Systeme, Elektrodynamische Aktuatoren, oder Strömungsmaschinen. Nach erfolgreicher Absolvierung dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, forschungsrelevante Themen zu identifizieren, mathematisch- physikalische Modelle von realen Problemstellungen zu erstellen, mittels geeigneter Simulationsprogramme zu lösen und die Ergebnisse physikalisch korrekt zu interpretieren.

Mobilität, Energie und Umwelt (14,0 ECTS) Die Studierenden bekommen vertiefte Kenntnisse über wissenschaftliche und technologische Methoden für die Forschung, Entwicklung und Validierung energieeffizienter und emissionsfreier Fahrzeugantriebe vermittelt.

Numerische Strömungsmechanik (14,0 ECTS) Die meisten technischen Strömungen sind turbulent. Dieses Modul bietet eine Einführung in die Turbulenz. Es werden Me-

thoden der theoretischen Beschreibung turbulenter Strömungen vorgestellt. Die Grundlagen der Turbulenz werden ergänzt durch eine Einführung in die numerische Simulation von Strömungen (direkte Simulation) und turbulenten Strömungen (Modellierung). Die Simulationstechniken werden in praktischen Übungen angewandt und vertieft.

Production Information Management (14,0 ECTS) Das Vertiefungsmodul „Production Information Management (PIM)“ fokussiert auf KI-basierte Methoden zur Erfassung, Strukturierung, Modellierung und Analyse von Daten und Informationen in industriellen cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS). Die Inhalte sind auf Anforderungen der Produktentwicklung und Fertigungstechnik sowie des Produktions- und Engineering Managements ausgerichtet.

Rehabilitationstechnik (14,0 ECTS) Die Studierenden besitzen Verständnis für die Probleme und Einschränkungen von Prothesenbenützern, sowie die Fähigkeit auf diesem Gebiet selbstständig im Entwurf und der Konstruktion innovativ tätig zu werden. Sie kennen gängige biomechanische Untersuchungsmethoden in der Rehabilitationstechnik und deren praktische Anwendung.

Schienenfahrzeugbau (14,0 ECTS) Das Vertiefungsmodul vermittelt ein umfassendes Verständnis des fahrtechnischen und konstruktiven Systemverhaltens moderner Schienenfahrzeuge. Die Studierenden lernen, Fahrzeugkonzepte hinsichtlich Sicherheit, Komfort und Energieeffizienz zu analysieren sowie wesentliche Subsysteme wie Wagenkästen, Fahrwerke, Antriebe und Bremsen zu konzipieren und zu bewerten. Ergänzend werden relevante Normen, Simulations- und Messmethoden sowie experimentelle Untersuchungen behandelt.

Student Aerospace (14,0 ECTS) Ziel dieses Moduls ist es, Studierenden die Möglichkeit zu bieten im Rahmen von ausgewählten Lehrveranstaltungen theoretisches Wissen und praktische Kompetenzen im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik zu erwerben. Nach Absolvierung des Moduls können Studierende Erfahrung im Rahmen eines echten Luft- und Raumfahrtprojekts des TU Wien Space Teams vorweisen. Sie kennen die grundlegenden Arbeitsabläufe von komplexen Luft- und Raumfahrtprojekten, sowohl in technischer als auch in organisatorischer Hinsicht, und sind in der Lage in interdisziplinärer Zusammenarbeit solche Projekte umzusetzen.

Technische Dynamik (14,0 ECTS) Die Studierenden erlangen vertiefende Kenntnisse auf dem Gebiet der Technischen Dynamik sowohl in theoretischer als auch in praktischer Hinsicht. Schwerpunkte sind dabei die Behandlung der Dynamik rotierender Maschinen, wobei auf die Besonderheiten zufolge gyroskopischer Effekte, auf Dämpfungs- und Anfachungsmechanismen und auf die Lagerdynamik eingegangen wird. Kenntnisse zu linearen MFG-Systemen werden vertieft und Grundlagen und Anwendung der Modalanalyse vermittelt. Weitere Inhalte umfassen Schwingungen von nichtlinearen Systemen insbesondere der praxisrelevanten Reibungsschwinger und von stoßbehafteten Systemen, sowie Schwingungsuntersuchungen an parametererregten Systemen (Stabilitätsuntersuchungen, Antiresonanzen, experimentelle Untersuchung). Einführung in zukünftige Schlüsseltechnologien wie z.B. „Energy Harvesting“ (Energiegewinnung aus Umgebungsschwingungen) soll Studierenden die Gelegenheit geben an neuartigen Konzepten zu

arbeiten und Prinzipstudien bis hin zu Prototypentwicklungen durchzuführen.

Thermische Turbomaschinen (14,0 ECTS) Die Studierenden lernen die unterschiedlichen Arten von thermischen Turbomaschinen und ihre grundsätzliche Funktionsweise kennen. Aufbauend auf den Gesetzen der Thermodynamik und Strömungsmechanik wird die Energieumsetzung in thermischen Turbomaschinen beschrieben. Ausgehend von der analytischen Beschreibung lernen die Studierenden die Grundlagen und die Anwendung von numerischen und messtechnischen Methoden zur Untersuchung von thermischen Turbomaschinen kennen. Auf das Betriebs- und Regelverhalten der thermischen Turbomaschinen unter Berücksichtigung ihrer Einsatzgrenzen wird eingegangen. Schließlich sollen die Studierenden in der Lage sein, das Entwicklungs- und Innovationspotential im Bereich der thermischen Turbomaschinen hinsichtlich Wirkungsgradsteigerung, Lärm- und Emissionsminderung sowie schonende Ressourcennutzung zu beurteilen.

Virtuelle Produktentwicklung und Ecodesign (14,0 ECTS) Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Kompetenzen zur methodischen und IT-gestützten Produktentwicklung unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und ökologischer Anforderungen. Die Studierenden sind in der Lage, Produktentstehungsprozesse ganzheitlich zu planen, zu bewerten und aktiv mitzugestalten. Sie beherrschen methodische Konzepte der Produktentwicklung, des innovativen Denkens und des Konstruierens und können geeignete IT- und Softwarewerkzeuge aus den Bereichen virtuelle Produktentwicklung, Product Lifecycle Management und Ecodesign auswählen, anwenden und an unternehmensspezifische Gegebenheiten anpassen.

Die Studierenden erwerben Problemlösungskompetenz für umweltbezogene Entscheidungen in allen Lebensphasen eines Produktes, einschließlich Umweltbewertung, Produktverbesserung und Umweltkommunikation. Durch die Bearbeitung praxisnaher Fallbeispiele entwickeln sie die Fähigkeit, innovative Produktideen mit Anforderungen einer umweltgerechten und nachhaltigen Produktgestaltung zu verknüpfen und IT-basierte Methoden zielgerichtet im Produktentwicklungsprozess einzusetzen.

Virtuelles Werkstoffdesign (14,0 ECTS) Wesentliche Teilaspekte der Mikrostruktur eines Werkstoffes werden behandelt und in geeignete Modellbeschreibungen, atomistisch und semiempirisch, integriert: Versetzungen, elastische Felder, Phononen, kompetitive Phasenstabilitäten und Metastabilitäten, thermodynamische Interaktionen. Algorithmen zur Behandlung großer Datenmengen werden vorgestellt und vertieft: Regression und Klassifikationsmethoden, Kernel Methoden, Neuronale Netzwerke. Nach positiver Absolvierung der Lehrveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, die verschiedenen Bereiche des virtuellen Werkstoffdesigns vertiefend zu vergleichen, geeignete Ansätze in jeweiligen Fallstudien auszuwählen und zu üben. Die Studierende können physikalisch-basierte Eingabeparameter für optimiertes virtuelles Werkstoffdesign ermitteln und definieren, und Resultate kritisch evaluieren.

Wärmetechnische Anlagen (14,0 ECTS) Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Bauformen, Komponenten und Technologien von Wärmetechnischen Anlagen und befassen sich in einzelnen Feldern eingehender mit dem Stand der Technik und neuen Entwicklungstendenzen. Sie erlernen grundlegende Methoden zur Auslegung, Be-

rechnung und Aufbereitung für numerische Simulationen.

Werkstoffprüfung (14,0 ECTS) Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, die grundlegenden Verfahren zu analysieren, die die Charakterisierung der mechanischen und technologischen Eigenschaften von Werkstoffen ermöglichen. Sie können die grundlegenden Zusammenhänge zwischen dem Gefüge verschiedener Werkstoffen beschreiben und damit auf die zu erwartenden mechanischen Eigenschaften von komplexeren Komponenten schließen. Die Studierenden sind in der Lage, die Auswirkungen und Gefahren mechanischer Spannungen, die in Bauteilen unter verschiedenen Betriebsbedingungen entstehen, aufzulisten und diese zu bewerten. Die Studierenden können auf systematische Weise untersuchen, wie es zu einem Bauteilschaden gekommen ist, und welche Beanspruchungsarten für die Schadensentwicklung ausschlaggebend waren. Sie erkennen die technische Bedeutung von Korrosion, verstehen die Mechanismen der Korrosionsvorgänge und können die praktischen Korrosionsszenarien deuten. Die Studierenden sammeln Erfahrungen mit Methoden der Bruchmechanik. Sie kennen die wichtigsten Verfahren für die Bestimmung von Schadensfällen, insbesondere bei metallischen Werkstoffen oder haben alternativ dazu die Vorteile und Nachteile von verschiedener Modellierungsmethoden, die in der modernen Werkstoffwissenschaft angewendet werden, kennengelernt.

Werkstoffe & Nachhaltigkeit (14,0 ECTS) Den Werkstoffkreislauf von der Rohstoffgewinnung bis zum End-of-Life strukturiert erfassen und vergleichen. Werkstoffe systematisch unter der Berücksichtigung ihrer Eigenschaften auswählen und anhand technischer, ökologischer und ökonomischer Kriterien begründen. Nachhaltige Werkstoffauswahl unter Einbeziehung von Umweltwirkungen, Kosten und gesellschaftlichen Aspekten durchführen. Den Einfluss von Materialnutzung auf globale Herausforderungen wie Klima, Energieversorgung und Ressourcenverfügbarkeit erklären und verstehen. Werkstoffe für spezialisierte Anwendungen (z. B. Wasserstofftechnologien, nukleare Systeme, Hochleistungskunststoffe) bewerten und eine Auswahl begründen können. Werkstoffspezifische Schädigungs-, Alterungs- und Versagensmechanismen unter extremen Einsatzbedingungen analysieren. Life-Cycle-Assessment (LCA)-Methoden auf Material- und Systemebene anwenden und Ergebnisse interpretieren. Material- und Technologieentscheidungen im Kontext von System- und Verfahrenstechnik kritisch reflektieren.

Werkstoffverarbeitung (14,0 ECTS) Das Modul informiert über wichtige Verfahren der Kunststofftechnik und befasst sich mit den wichtigsten Entwicklungen bei der Granulat-, Halbzeug- und Fertigproduktherstellung. Es werden Kenntnisse der grundlegenden additiven Fertigungsverfahren übermittelt. Diese Kenntnisse werden in praktischen Übungen umgesetzt Lösen von Designaufgaben. Eigenständiges Arbeiten auf dem Gebiet der Werkstoffverarbeitung und Werkstoffcharakterisierung. Vertiefung in ausgewählte Kapitel der Werkstoffwissenschaft, insbesondere zum Thema Fügetechnik und Leichtmetalle. Literatur- und Patentrecherchen zu aktuellen Themen der am Institut bearbeiteten Forschungsgebiete.

§ 6 Lehrveranstaltungen

Die Stoffgebiete der Module werden durch Lehrveranstaltungen vermittelt. Die Lehrveranstaltungen der einzelnen Module sind in Anhang A in den jeweiligen Modulbeschreibungen spezifiziert. Lehrveranstaltungen werden durch Prüfungen im Sinne des UG beurteilt. Die Arten der Lehrveranstaltungsbeurteilungen sind in der Prüfungsordnung (§ 7) festgelegt.

Vorgaben zu Lehrveranstaltungen und Prüfungen aus dem Universitätsgesetz 2002

Vor Beginn jedes Semesters ist ein elektronisches Verzeichnis der Lehrveranstaltungen zu veröffentlichen (Titel, Name der Leiterin oder des Leiters, Art, Form inklusive Angabe des Ortes und Termine der Lehrveranstaltung). Dieses ist laufend zu aktualisieren.

Die Leiterinnen und Leiter einer Lehrveranstaltung haben, zusätzlich zum veröffentlichten Verzeichnis, vor Beginn jedes Semesters die Studierenden in geeigneter Weise über die Ziele, die Form, die Inhalte, die Termine und die Methoden ihrer Lehrveranstaltungen sowie über die Inhalte, die Form, die Methoden, die Termine, die Beurteilungskriterien und die Beurteilungsmaßstäbe der Prüfungen zu informieren.

Für Prüfungen, die in Form eines einzigen Prüfungsvorganges durchgeführt werden, sind Prüfungstermine jedenfalls drei Mal in jedem Semester (laut Satzung am Anfang, zu Mitte und am Ende) anzusetzen, wobei die Studierenden vor Beginn jedes Semesters über die Inhalte, die Form, die Methoden, die Termine, die Beurteilungskriterien und die Beurteilungsmaßstäbe der Prüfungen zu informieren sind.

Bei Prüfungen mit Mitteln der elektronischen Kommunikation ist eine ordnungsgemäße Durchführung der Prüfung zu gewährleisten, wobei zusätzlich zu den allgemeinen Regelungen zu Prüfungen folgende Mindestanforderungen einzuhalten sind:

- Vor Semesterbeginn Bekanntgabe der Standards, die die technischen Geräte der Studierenden erfüllen müssen, damit Studierende an diesen Prüfungen teilnehmen können.
- Zur Gewährleistung der eigenständigen Erbringung der Prüfungsleistung durch die Studierende oder den Studierenden sind technische oder organisatorische Maßnahmen vorzusehen.
- Bei technischen Problemen, die ohne Verschulden der oder des Studierenden auftreten, ist die Prüfung abubrechen und nicht auf die zulässige Zahl der Prüfungsantritte anzurechnen.

Vorgaben zu Lehrveranstaltungen aus der Satzung der TU Wien

Im Folgenden steht SSB für *Satzung der TU Wien, Studienrechtliche Bestimmungen*.

- Der Umfang der Lehrveranstaltung ist in ECTS-Anrechnungspunkten und in Semesterstunden anzugeben. vgl. § 9 (2) SSB (Module und Lehrveranstaltungen)

- Die Abhaltung einer Lehrveranstaltung als „Blocklehrveranstaltung“ ist nach Genehmigung durch das Studienrechtliche Organ möglich. vgl. § 9 (3) SSB (Module und Lehrveranstaltungen)
- Zur Abhaltung und Prüfung einer Lehrveranstaltung in einer Fremdsprache ist die Zustimmung des Studienrechtlichen Organs nötig. vgl. § 11 (1) SSB (Fremdsprachen)
- Lehrveranstaltungsprüfungen dienen dem Nachweis der Lernergebnisse, die durch eine einzelne Lehrveranstaltung vermittelt wurden. vgl. § 12 (1) SSB (Lehrveranstaltungsprüfung)
- Die Lehrveranstaltungsprüfungen sind von dem_der Leiter_in der Lehrveranstaltung abzuhalten. Bei Bedarf hat das Studienrechtliche Organ eine_n andere_n fachlich geeignete_n Prüfer_in zu bestellen. vgl. § 12 (2) SSB (Lehrveranstaltungsprüfung)
- Jedenfalls sind für Prüfungen in Pflicht- und Wahlpflichtlehrveranstaltungen, die in einem einzigen Prüfungsakt enden, drei Prüfungstermine für den Anfang, für die Mitte und für das Ende jedes Semester anzusetzen. Diese sind mit Datum vor Beginn des Semesters bekannt zu geben. vgl. § 15 (1) SSB (Prüfungstermine)
- Prüfungen dürfen auch am Beginn und am Ende lehrveranstaltungsfreier Zeiten abgehalten werden. vgl. § 15 (1) SSB (Prüfungstermine)
- Die Prüfungstermine sind in geeigneter Weise bekannt zu machen. vgl. § 15 (1) SSB (Prüfungstermine)

Beschreibung der Lehrveranstaltungstypen

- VO:** Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätze vorgetragen werden. Die Prüfung wird mit einem einzigen Prüfungsvorgang durchgeführt. In der Modulbeschreibung ist der Prüfungsvorgang je Lehrveranstaltung (schriftlich oder mündlich, oder schriftlich und mündlich) festzulegen. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht, das Erreichen der Lernergebnisse muss dennoch gesichert sein.
- EX:** Exkursionen sind Lehrveranstaltungen, die außerhalb der Räumlichkeiten der TU Wien stattfinden. Sie dienen der Vertiefung von Lehrinhalten im jeweiligen lokalen Kontext.
- LU:** Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende einzeln oder in Gruppen unter Anleitung von Betreuer_innen experimentelle Aufgaben lösen, um den Umgang mit Geräten und Materialien sowie die experimentelle Methodik des Faches zu lernen. Die experimentellen Einrichtungen und Arbeitsplätze werden zur Verfügung gestellt.
- PR:** Projekte sind Lehrveranstaltungen, in denen das Verständnis von Teilgebieten eines Faches durch die Lösung von konkreten experimentellen, numerischen, theoretischen oder künstlerischen Aufgaben vertieft und ergänzt wird. Projekte orientieren

sich am Qualifikationsprofil des Studiums und ergänzen die Berufsvorbildung bzw. wissenschaftliche Ausbildung.

- SE:** Seminare sind Lehrveranstaltungen, bei denen sich Studierende mit einem gestellten Thema oder Projekt auseinandersetzen und dieses mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten, wobei eine Reflexion über die Problemlösung sowie ein wissenschaftlicher Diskurs gefordert werden.
- UE:** Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen konkrete Aufgabenstellungen – beispielsweise rechnerisch, konstruktiv, künstlerisch oder experimentell – zu bearbeiten sind. Dabei werden unter fachlicher Anleitung oder Betreuung die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Studierenden zur Anwendung auf konkrete Aufgabenstellungen entwickelt.
- VU:** Vorlesungen mit integrierter Übung sind Lehrveranstaltungen, in denen die beiden Lehrveranstaltungstypen VO und UE in einer einzigen Lehrveranstaltung kombiniert werden. Der jeweilige Übungs- und Vorlesungsanteil darf ein Viertel des Umfangs der gesamten Lehrveranstaltungen nicht unterschreiten. Beim Lehrveranstaltungstyp VU ist der Übungsteil jedenfalls prüfungsimmanent, der Vorlesungsteil kann in einem Prüfungsakt oder prüfungsimmanent geprüft werden. Unzulässig ist es daher, den Übungsteil und den Vorlesungsteil gemeinsam in einem einzigen Prüfungsvorgang zu prüfen.

Beschreibung der Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Informationssystem zu Studien und Lehre

- Typ der Lehrveranstaltung (VO, EX, LU, PR, SE, UE, VU)
- Form (Präsenz, Online, Hybrid, Blended)
- Termine (gegebenenfalls auch die für die positive Absolvierung erforderliche Anwesenheit)
- Inhalte (Beschreibung der Inhalte, Vorkenntnisse)
- Literaturangaben
- Lernergebnisse (Umfassende Beschreibung der Lernergebnisse)
- Methoden (Beschreibung der Methoden in Abstimmung mit Lernergebnissen und Leistungsnachweis)
- Leistungsnachweis (in Abstimmung mit Lernergebnissen und Methoden)
 - Ausweis der Teilleistungen, inklusive Kennzeichnung, welche Teilleistungen wiederholbar sind. Bei Typ VO entfällt dieser Punkt.
- Prüfungen:
 - Inhalte (Beschreibung der Inhalte, Literaturangaben)
 - Form (Präsenz, Online)
 - Prüfungsart bzw. Modus
 - * Typ VO: schriftlich, mündlich oder schriftlich und mündlich;

- * bei allen anderen Typen: Ausweis der Teilleistungen inklusive Art und Modus beziehend auf die in der Lehrveranstaltung angestrebten Lernergebnisse.
- Termine
- Beurteilungskriterien und Beurteilungsmaßstäbe

§ 7 Prüfungsordnung

Der positive Abschluss des Masterstudiums erfordert:

1. die positive Absolvierung der im Studienplan vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm gemäß Modulbeschreibung zuzurechnenden Lehrveranstaltungen positiv absolviert wurden.
2. die Abfassung einer positiv beurteilten Diplomarbeit und
3. die positive Absolvierung der kommissionellen Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einer Prüfungskommission gemäß § 13 und § 19 der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* und dient der Präsentation und Verteidigung der Diplomarbeit und dem Nachweis der Beherrschung des wissenschaftlichen Umfeldes. Dabei ist vor allem auf Verständnis und Überblickswissen Bedacht zu nehmen. Die Anmeldevoraussetzungen zur kommissionellen Abschlussprüfung gemäß § 17 (1) der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* sind erfüllt, wenn die Punkte 1 und 2 erbracht sind. Vorgaben für die kommissionelle Abschlussprüfung hier möglich

Das Abschlusszeugnis beinhaltet

- (a) die Prüfungsfächer mit ihrem jeweiligen Umfang in ECTS-Punkten und ihren Noten,
- (b) das Thema und die Note der Diplomarbeit,
- (c) die Note der kommissionellen Abschlussprüfung,
- (d) die Gesamtbeurteilung sowie
- (e) auf Antrag des_der Studierenden die Gesamtnote des absolvierten Studiums gemäß § 72a UG.

Die Note des Prüfungsfaches „Diplomarbeit“ ergibt sich aus der Note der Diplomarbeit. Die Note jedes anderen Prüfungsfaches ergibt sich durch Mittelung der Noten jener Lehrveranstaltungen, die dem Prüfungsfach über die darin enthaltenen Module zuzuordnen sind, wobei die Noten mit dem ECTS-Umfang der Lehrveranstaltungen gewichtet werden. Bei einem Nachkommateil kleiner gleich 0,5 wird abgerundet, andernfalls wird aufgerundet. Wenn keines der Prüfungsfächer schlechter als mit „gut“ und mindestens

die Hälfte mit „sehr gut“ benotet wurde, so lautet die *Gesamtbeurteilung* „mit Auszeichnung bestanden“ und ansonsten „bestanden“.

Lehrveranstaltungen des Typs VO (Vorlesung) werden aufgrund einer abschließenden mündlichen und/oder schriftlichen Prüfung beurteilt. Alle anderen Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter, d.h., die Beurteilung erfolgt laufend durch eine begleitende Erfolgskontrolle sowie optional durch eine zusätzliche abschließende Teilprüfung.

Der positive Erfolg von Prüfungen und wissenschaftlichen sowie künstlerischen Arbeiten ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4), der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen. Bei Lehrveranstaltungen, bei denen eine Beurteilung in der oben genannten Form nicht möglich ist, werden diese durch „mit Erfolg teilgenommen“ (E) bzw. „ohne Erfolg teilgenommen“ (O) beurteilt.

§ 8 Studierbarkeit und Mobilität

Studierende des Masterstudiums *Maschinenbau* sollen ihr Studium mit angemessenem Aufwand in der dafür vorgesehenen Zeit abschließen können.

Die Beurteilungs- und Anwesenheitsmodalitäten von Lehrveranstaltungen der Typen UE, LU, PR, VU, SE und EX sind im Rahmen der Lehrvereinbarungen mit dem Studienrechtlichen Organ festzulegen und im Informationssystem für Studien und Lehre bekanntzugeben. Weiters sind die Bestimmungen der Satzung (Studienrechtliche Bestimmungen zur Wiederholbarkeit von Teilleistungen) zu beachten.

Jede Lehrveranstaltung mit Teilnehmer_innenbeschränkung, wo eine nicht ermöglichte von einem_r Studierenden beabsichtigte Teilnahme das Potential einer Studienzeitverzögerung hat, muss entsprechend dem UG mit den verfügbaren Plätzen und dem Vergabeprozedere im Studienplan vermerkt werden. Die betroffenen Lehrveranstaltungen sowie die Anzahl der Plätze und das Verfahren zur Vergabe sind von der Studienkommission festzulegen und für die Studierenden klar und verständlich in den Modulbeschreibungen darzulegen.

Lehrveranstaltungen, für die ressourcenbedingte Teilnahmebeschränkungen gelten, sind im Informationssystem für Studien und Lehre entsprechend gekennzeichnet. Außerdem sind die Anzahl der verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze anzugeben.

Die Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das zuständige Studienrechtliche Organ. Um die Mobilität zu erleichtern, stehen die in § 27 Abs. 1 bis 3 der *Studienrechtlichen Bestimmungen* der Satzung der Technischen Universität Wien angeführten Möglichkeiten zur Verfügung. Diese Bestimmungen können in Einzelfällen auch zur Verbesserung der Studierbarkeit eingesetzt werden.

Die im Zuge einer Mobilität erreichten ECTS-Punkte können verwendet werden, um die im Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ geforderten Transferable Skills im entsprechenden Ausmaß abzudecken. Insbesondere können sie auch dem Themenpool Technikfolgenabschätzung, Technikgenese, Wissenschaftsethik, Gender Mainstreaming und Diversity Management zugerechnet werden.

Beim Beurteilen der wesentlichen Unterschiede bei den erworbenen Kompetenzen von Lehrveranstaltungen/Modulen, die im Zuge einer Mobilität absolviert werden, wird empfohlen, die fachlichen Kompetenzen heranzuziehen.

Die Absolvierung eines Mobilitätssemesters ist im Masterstudium *Maschinenbau* in allen Semestern möglich. Die erforderlichen ECTS können im Rahmen der Freien Wahlfächer und Transferable Skills, eines individuellen Vertiefungsmoduls, von maximal zwei individuellen Aufbaumodulen sowie Lehrveranstaltungen der Fachgebundenen Wahl absolviert werden. Ferner sind Anrechnungen aus äquivalenten Prüfungsleistungen aus den Vertiefungsmodulen nach Rücksprache mit dem Studiendekanat möglich.

§ 9 Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine künstlerisch-wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein wissenschaftliches Thema selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

Das Prüfungsfach *Diplomarbeit* umfasst 30 ECTS-Punkte und besteht aus der wissenschaftlichen Arbeit (Diplomarbeit), die mit 27 ECTS-Punkten bewertet wird, sowie der kommissionellen Abschlussprüfung im Ausmaß von 3 ECTS-Punkten.

§ 10 Akademischer Grad

Den Absolvent_innen des Masterstudiums *Maschinenbau* wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieur“/„Diplom-Ingenieurin“ – abgekürzt „Dipl.-Ing.“ oder „DI“ (international vergleichbar mit „Master of Science“) – verliehen.

§ 11 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement des Masterstudiums *Maschinenbau* gewährleistet, dass das Studium in Bezug auf die studienbezogenen Qualitätsziele der TU Wien konsistent konzipiert ist und effizient und effektiv abgewickelt sowie regelmäßig überprüft wird. Das Qualitätsmanagement des Studiums erfolgt entsprechend dem Plan-Do-Check-Act Modell nach standardisierten Prozessen und ist zielgruppenorientiert gestaltet. Die Zielgruppen des Qualitätsmanagements sind universitätsintern die Studierenden und die Lehrenden sowie extern die Gesellschaft, die Wirtschaft und die Verwaltung, einschließlich des Arbeitsmarktes für die Studienabgänger_innen.

In Anbetracht der definierten Zielgruppen werden sechs Ziele für die Qualität der Studien an der Technischen Universität Wien festgelegt: (1) In Hinblick auf die Qualität und Aktualität des Studienplans ist die Relevanz des Qualifikationsprofils für die Gesellschaft und den Arbeitsmarkt gewährleistet. In Hinblick auf die Qualität der inhaltlichen

Umsetzung des Studienplans sind (2) die Lernergebnisse in den Modulen des Studienplans geeignet gestaltet, um das Qualifikationsprofil umzusetzen, (3) die Lernaktivitäten und -methoden geeignet gewählt, um die Lernergebnisse zu erreichen, und (4) die Leistungsnachweise geeignet, um die Erreichung der Lernergebnisse zu überprüfen. (5) In Hinblick auf die Studierbarkeit der Studienpläne sind die Rahmenbedingungen gegeben, um diese zu gewährleisten. (6) In Hinblick auf die Lehrbarkeit verfügt das Lehrpersonal über fachliche und zeitliche Ressourcen um qualitätsvolle Lehre zu gewährleisten.

Um die Qualität der Studien zu gewährleisten, werden der Fortschritt bei Planung, Entwicklung und Sicherung aller sechs Qualitätsziele getrennt erhoben und publiziert. Die Qualitätssicherung überprüft die Erreichung der sechs Qualitätsziele. Zur Messung des ersten und zweiten Qualitätszieles wird von der Studienkommission zumindest einmal pro Funktionsperiode eine Überprüfung des Qualifikationsprofils und der Modulbeschreibungen vorgenommen. Zur Überprüfung der Qualitätsziele zwei bis fünf liefert die laufende Bewertung durch Studierende, ebenso wie individuelle Rückmeldungen zum Studienbetrieb an das Studienrechtliche Organ, laufend ein Gesamtbild über die Abwicklung des Studienplans. Die laufende Überprüfung dient auch der Identifikation kritischer Lehrveranstaltungen, für welche in Abstimmung zwischen Studienrechtlichem Organ, Studienkommission und Lehrveranstaltungsleiter_innen geeignete Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden. Das sechste Qualitätsziel wird durch qualitätssichernde Instrumente im Personalbereich abgedeckt. Zusätzlich zur internen Qualitätssicherung wird alle sieben Jahre eine externe Evaluierung der Studien vorgenommen.

§ 12 Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt mit 1. Oktober 2026 in Kraft.

§ 13 Übergangsbestimmungen

Die Übergangsbestimmungen sind in Anhang B zu finden.

A Modulbeschreibungen

Die den Modulen zugeordneten Lehrveranstaltungen werden in folgender Form angeführt:

9,9/9,9 XX Titel der Lehrveranstaltung

Dabei bezeichnet die erste Zahl den Umfang der Lehrveranstaltung in ECTS-Punkten und die zweite ihren Umfang in Semesterstunden. ECTS-Punkte sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden, wobei ein Studienjahr 60 ECTS-Punkte umfasst und ein ECTS-Punkt 25 Stunden zu je 60 Minuten entspricht. Eine Semesterstunde entspricht so vielen Unterrichtseinheiten wie das Semester Unterrichtswochen umfasst. Eine Unterrichtseinheit dauert 45 Minuten. Der Typ der Lehrveranstaltung (XX) ist in § 6 unter *Lehrveranstaltungstypen* auf Seite 29 im Detail erläutert.

Pflichtmodule

Fachgebundene Wahl

Regelarbeitsaufwand: 18,0 ECTS

Lernergebnisse: Studierende wählen im Rahmen dieses Moduls individuell Lehrveranstaltungen aus den Masterstudien Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau, Verfahrenstechnik und nachhaltige Produktion oder aus einer Liste von aktuell angebotenen Lehrveranstaltungen, die jedes Jahr von der Studienkommission Maschinenwesen und Betriebswissenschaften beschlossen wird. Ziel ist es, den individuellen, fachlichen Fokus zu erweitern und in den Vertiefungen Gelerntes zu ergänzen.

Fachkompetenzen:

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Überfachliche Kompetenzen:

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Inhalt:

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Erwartete Vorkenntnisse:

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Es sind individuell Lehrveranstaltungen im Ausmaß von mindestens 18 ECTS-Punkten aus den Masterstudien Maschinenbau,

Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau und Verfahrenstechnik und nachhaltige Produktion an der TU Wien oder aus der nachfolgenden Liste von aktuell angebotenen Lehrveranstaltungen, die jedes Jahr von der Studienkommission Maschinenwesen und Betriebswissenschaften beschlossen wird, auszuwählen.

Es können Lehrveranstaltungen im Ausmaß von maximal 5 ECTS aus der in der Liste angeführten Lehrveranstaltungen unter „Schwerpunkteinführungslehrveranstaltungen“ gewählt werden. Überschüssige ECTS der „Schwerpunkteinführungslehrveranstaltungen“ können nicht angerechnet werden

Liste der aktuell angebotenen Wahllehrveranstaltungen

- 5,0/4,0 VU AI and Data Science
- 3,0/2,0 VO Einführung in die Biomedizinische Technik
- 3,0/2,0 VO Industrieseminar Energietechnik
- 2,0/2,0 EX Exkursion zu Hydraulischen Maschinen und Anlagen
- 2,0/2,0 EX Exkursion zu Thermischen Turbomaschinen und Energieanlagen
- 2,0/2,0 EX Exkursion wärmetechnische Anlagen
- 3,0/2,0 VO Ölhdraulik
- 2,0/2,0 VO Maschinendiagnostik und Instandhaltung hydraulischer Maschinen und Anlagen
- 3,0/2,0 VO Moderne Entwicklungstendenzen bei thermischen Turbomaschinen
- 3,0/2,0 VU Umweltschutz bei thermischen Energieanlagen
- 4,0/4,0 PA Analyse des Bauteilversagens
- 4,0/4,0 PA Alternative Werkstoffkonzepte
- 4,0/4,0 VU Werkstoffprüfung
- 3,0/2,5 VU Werkstoffcharakterisierung und zerstörungsfreie Prüfung
- 3,0/3,0 SE Abbildung der Metalle mittels Röntgen-, Elektronen- und Neutronenstrahlen
- 3,0/2,0 VO Untersuchung von Werkstoffschäden in Produktionsanlagen
- 2,0/2,0 LU Werkstoffkundliche Untersuchung
- 3,0/2,0 VO Grundlagen der Lasertechnik
- 3,0/2,0 VO Intelligent Manufacturing Systems
- 3,0/2,0 VO Basic Nanotechnology and Nanometrology
- 1,5/1,0 VO Weiterentwicklung des Ottomotors
- 4,0/4,0 PA Motor, Kraftfahrzeug und Umwelt
- 1,5/1,5 VO KFZ-Antriebe Vertiefung
- 1,5/1,0 VO Neue Mobilitäts-, Karosserie- und Technologiekonzepte
- 3,0/2,0 VO Angew. Hydrostatik und Hydrodynamik im Schiffbau
- 3,0/2,0 VO Moderne Weltraumantriebe-Advanced Space Propulsion Systems
- 3,0/2,0 VU Composites Engineering
- 3,0/2,0 VU Cardiovascular Fluid Mechanics
- 3,0/2,0 VU Selected Topics of Fluid Mechanics
- 2,0/2,0 UE Präsentation und Kommunikation von Methoden der Mechanik
- 2,0/2,0 SE Präsentation und Kommunikation von Methoden der Mechanik

3,0/2,0 VO Elastizitätstheorie
 2,0/2,0 VO Zustandsüberwachung von Maschinen
 1,0/2,0 VO Industrielle Echtzeitsteuerungssysteme und Informationstechnik
 3,0/2,0 VO Dynamik und Steuerung von Raumfahrzeugen
 3,0/2,0 VU Circular Economy Management
 3,0/2,0 VO Nachhaltige Wertschöpfungssysteme
 2,0/1,0 VU Simulation and Optimization
 3,0/2,0 VU International Negotiations
 2,0/1,0 VO Strategien der Automobilindustrie
 3,0/2,0 VU Digitale Fabrikplanung
 3,0/2,0 VU Assistance Systems in Manufacturing 2
 3,0/2,0 SE Assembly Systems 2: Advanced Manufacturing
 3,0/2,0 VU Strategic Management

Schwerpunkteinführungslehrveranstaltungen:

3,0/2,0 VO Grundlagen der Energietechnik & Energiesysteme
 2,0/2,0 VO Grundlagen der Strömungsmaschinen
 3,0/2,0 VO Grundlagen der Fahrzeugdynamik
 2,0/2,0 VO Nachhaltige Mobilität
 5,0/4,0 VU Einführung in die Luftfahrttechnik: Aerodynamik, Leichtbau und Flugleistungen
 2,5/2,0 VO Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungstechnologien: Konzepte und Technologien
 2,5/2,0 UE Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungstechnologien: Vertiefung und Anwendung
 2,0/1,0 VO Integrative Produktentstehung
 3,0/3,0 UE Integrative Produktentstehung
 5,0/4,0 VU Kontinuierliche Simulation
 5,0/4,0 VU Schwerpunkteinführung Biomedical Engineering

Freie Wahlfächer und Transferable Skills

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden im Sinne der fachlichen Vertiefung und der Aneignung außerfachlicher Kompetenzen in der Lage

- Ihren Bedarf an fachlicher Vertiefung und Erwerb außerfachlicher Kompetenzen individuell zu definieren.

- ihren Kompetenzerwerb anhand der Absolvierung für sie passender Lehrveranstaltungen aus dem spezifischen Katalog des Studienplans sowie aus dem zentralen Wahlfachkatalog „Transferable Skills“ der TU Wien zu planen.
- Lehrveranstaltungen aus den Themenpools Technik für Menschen, Gender Awareness, Sprachkompetenz und Sozialkompetenz gegenüberzustellen und auszuwählen.
- Lehrveranstaltungen von zumindest 4,5 ECTS aus den Themenbereichen der Transferable Skills auszuwählen.
- ihren Kompetenzerwerb im Anschluss an absolvierte Lehrveranstaltungen zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden im Sinne der fachlichen Vertiefung und der Aneignung außerfachlicher Kompetenzen in der Lage

- persönliche Stärken und Entwicklungsfelder für den eigenen Kompetenzzuwachs zu definieren.
- einen individuellen Lern-, und Zeitplan zu skizzieren, um freie Wahlfächer und Transferable Skills als Bestandteil ihres Studienplans zu planen.
- Informationsangebote und Beratungsmöglichkeiten gegenüberzustellen und passende Formate auszuwählen.
- den Semesterarbeitsaufwand und verfügbare Ressourcen für 9,0 ECTS zu bestimmen.
- Kursangebote nach Relevanz zu vergleichen.
- den eigenen Kompetenzzuwachs mit geeigneten Kriterien zu evaluieren.

Inhalt:

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Erwartete Vorkenntnisse:

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot an wissenschaftlichen und künstlerischen Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung des Faches oder der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen, aller anerkannten in- und ausländischen postsekundären Bildungseinrichtungen ausgewählt werden, mit der Einschränkung, dass zumindest 4,5

ECTS aus den Themenbereichen der Transferable Skills zu wählen sind. Für die Themenbereiche der Transferable Skills werden insbesondere Lehrveranstaltungen aus dem zentralen Wahlfachkatalog der TU Wien für „Transferable Skills“ empfohlen.

Projektarbeit

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: In diesem Modul wird eine mit einem oder mehreren Vertiefungsmodulen in Zusammenhang stehende Projektarbeit angefertigt. Die Studierenden sammeln praktische Erfahrung mit den fachlichen Inhalten des Moduls. Sie erlernen die selbständige Einarbeitung in ein Maschinenbau-spezifisches Fachgebiet und die Bearbeitung einer Aufgabenstellung im Rahmen dieses Fachgebietes sowie die Aufarbeitung der Ergebnisse in Form eines Protokolls oder Berichts. Die Projektarbeit kann in Teamarbeit oder interdisziplinär durchgeführt werden, wodurch die Studierenden Teamfähigkeit und Koordination trainieren sowie mit interdisziplinären Herangehensweisen in Kontakt kommen.

Fachkompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- eine projektbezogene Aufgabenstellung im Kontext der Vertiefungsmodule zu bearbeiten und
- eine Projektarbeit eigenständig zu konzipieren.
- eine mit Vertiefungsmodulen verknüpfte Projektarbeit zielgerichtet durchzuführen.
- fachliche Inhalte des Moduls in praktischen Projektkontexten anzuwenden.
- ein maschinenbauspezifisches Fachgebiet systematisch zu untersuchen.
- die erzielten Ergebnisse in Form eines Protokolls oder Berichts zu schreiben.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die Zusammenarbeit in Teamarbeit sowie interdisziplinär zu organisieren.
- in interdisziplinären Teams unterschiedliche Standpunkte zu diskutieren.
- für das Projekt geeignete interdisziplinäre Vorgehensweisen zu wählen.
- ihre Aufgabenstellungen und Ergebnisse adressatengerecht und fachsprachlich korrekt zu präsentieren.

Inhalt:

Abhängig vom gewählten Projektarbeitsthema.

Erwartete Vorkenntnisse:

Abhängig vom gewählten Projektarbeitsthema.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Abhängig vom gewählten Projektarbeitsthema.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Selbständiges Erarbeiten einer Aufgabenstellung und Aufbereitung der Ergebnisse in einem Bericht oder Protokoll. Eventuell Präsentation. Leistungsbeurteilung über Mitarbeit, Ergebnis und Form der Arbeit und der Aufbereitung, Qualität der Präsentation oder Anwesenheit möglich.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die Projektarbeit im Ausmaß von 5 ECTS ist aus jenem Schwerpunkt zu wählen, dem auch mindestens ein gewähltes Vertiefungsmodul zugeordnet ist.

Modulgruppe Aufbaumodule**Einführung in die Finite Differenzen und Finite Volumen Methoden**

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse numerischer Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen. Sie verstehen die Konzepte der Konsistenz, Stabilität und Konvergenz und können diese zur Bewertung numerischer Verfahren heranziehen. Die Studierenden sind in der Lage, einfache Diffusions-, Advektions- und Advektions-Diffusionsgleichungen sowie elliptische Gleichungen zeitabhängig und zweidimensional numerisch zu lösen. Zudem kennen sie die Grundlagen der Finite-Volumen-Methode und deren Anwendung auf ausgewählte Modellprobleme.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die grundlegenden Konzepte numerischer Methoden für partielle Differentialgleichungen strukturiert darzustellen.
- die Begriffe Konsistenz, Stabilität und Konvergenz präzise zu erklären und deren Bedeutung für numerische Verfahren einzuordnen.
- einfache Diffusions- und Advektionsgleichungen mit geeigneten zeit- und raumdiskretisierten Verfahren numerisch zu lösen.
- elliptische Gleichungen für vorgegebene Randwertprobleme rechnerisch numerisch zu behandeln.
- zeitabhängige zweidimensionale Diffusions- und Advektions-Diffusionsgleichungen mit geeigneten numerischen Methoden zu formulieren und zu lösen.
- numerische Lösungsverfahren im Hinblick auf Konsistenz-, Stabilitäts- und Konvergenzeigenschaften systematisch zu analysieren und zu vergleichen.
- die Grundprinzipien der Finite-Volumen-Methode zu erläutern und auf einfache Modellprobleme sachgerecht anzuwenden.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- numerische Ergebnisse, Modellannahmen und Lösungsstrategien fachlich korrekt und nachvollziehbar zu kommunizieren.
- Herleitungen, Diskretisierungsansätze und Randbedingungen in Partner- und Gruppensettings strukturiert zu erläutern.
- numerische Lösungsansätze und Ergebnisse kritisch zu reflektieren und konstruktiv zu diskutieren.
- einfache numerische Aufgabenstellungen eigenständig zu bearbeiten und den Arbeitsprozess zielgerichtet zu strukturieren.
- fachbezogene mathematische Notation, Grafiken und Ergebnisse in schriftlicher Form präzise zu dokumentieren.

Inhalt:

- Einführung in partielle Differentialgleichungen
- Konvergenz, Konsistenz, Stabilität
- Räumliche Diskretisierung
- Numerische Lösung der Laplace- und Poisson-Gleichungen
- Numerische Lösung der Konvektions-Diffusions-Gleichung
- Einführung in die Finite-Volumen-Methode

Erwartete Vorkenntnisse:

Vektoranalysis, Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher, Gewöhnliche Differentialgleichungen

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/4,0 VU Einführung in die Finite-Differenzen und Finite-Volumen Methoden

Einführung in die Finite Elemente Methoden

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Aufbauend auf Grundlagen der Festigkeitslehre, der Werkstoffwissenschaften und der Konstruktionslehre lernen die Studierenden die Erfordernisse und Möglichkeiten für den

Einsatz der FE-Methoden kennen und gewinnen die Voraussetzungen für einen sinnvollen Gebrauch der Methodik und den Einsatz von Programmen. Der verantwortungsvolle Einsatz von FE-Programmen setzt die Grundkenntnisse der Theorie der FE-Methode für eine sinnvolle Modellbildung und für eine verlässliche Interpretation der erzielten Ergebnisse voraus. In diesem Sinne werden die Inhalte des Moduls gestaltet.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Erfordernisse für den Einsatz der FE-Methoden zu beschreiben.
- Grundkenntnisse der FE-Theorie prägnant zusammenzufassen.
- Möglichkeiten des FE-Einsatzes darzustellen.
- FE-Programme zur Lösung definierter Aufgaben nach vorgegebenen Kriterien zu benutzen.
- FE-Modelle für gegebene Fragestellungen zu planen.
- Berechnungen zum Einfluss von Modellannahmen, Randbedingungen und Diskretisierung durchzuführen.
- Unter Anleitung eine eigene FE-Software zu schreiben.
- Simulationsergebnisse nachvollziehbar zu erklären.
- die im Modul vermittelten Inhalte auf praxisnahe Aufgaben zu übertragen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Ergebnisse adressatengerecht mündlich und schriftlich zu präsentieren.
- Kernaussagen präzise zu formulieren.
- einen realistischen Arbeits- und Zeitplan zu planen.
- den eigenen Rechenweg in eigenen Worten erklären.
- Rückmeldungen im Rahmen von Peer Feedbacks konstruktiv zu diskutieren.

Inhalt:

Die Teilnehmer erwerben und vertiefen die Kompetenzen, eine gegebene Differentialgleichung mit der Finite-Elemente-Methode korrekt zu diskretisieren und zu lösen. Dies betrifft insbesondere die Auswahl der Basisfunktionen, Randbedingungen und Lösungsverfahren. Sie wiederholen mathematischen Grundlagen, gehen unter Anleitung im Maschinenbau relevante Anwendungsprobleme durch (z. Bsp. Struktur- oder Strömungsmechanik) und werden sich zunehmend gängiger Fehlerquellen beim Einsatz von Simulationstechniken bewusst.

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse aus Mechanik (insbesondere Statik, Grundlagen der Festigkeitslehre, Kontinuumsmechanik, Dynamik), aus Mathematik (insbesondere Lineare Algebra), aus Numerische Methoden der Ingenieurwissenschaften und aus der Konstruktionslehre.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die Vorlesung findet als Flipped Classroom statt. Die Studierenden bereiten vor jedem Termin eine Kombination aus Videos und Texten, die ihnen auf TUWEL zur Verfügung gestellt werden. Sie erhalten während der Vorlesung die Möglichkeit sich mit den Peers und mit der Lehrkraft auszutauschen sowie anhand von Beispielen ihre eigenen Überlegungen zu diskutieren.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/4,0 VU Einführung in die Finite Elemente Methoden

Elektrotechnik und Elektronik 2

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Ziel ist die Vermittlung von Kenntnissen der unten genannten Themengebiete der Elektrotechnik und Elektronik mit der Zielanwendung elektrischer Antriebe, soweit diese für den anwendungsorientierten Einsatz in den Ingenieurwissenschaften relevant sind. Die Studierenden erwerben methodische Kenntnisse zum Lösen von Problemstellungen zu den genannten Themengebieten. Sie werden zur Analyse und Lösung einfacher elektrotechnischer Aufgabenstellungen befähigt und können eigenständig die vermittelten Methoden in den genannten Themengebieten anwenden.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- relevante Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik für anwendungsorientierte ingenieurwissenschaftliche Einsätze strukturiert darzustellen.
- Problemstellungen der genannten Themengebiete methodisch zu bearbeiten.
- einfache elektrotechnische Aufgabenstellungen fundiert zu analysieren und zu lösen.
- die vermittelten Methoden der Elektrotechnik und Elektronik für anwendungsorientierte ingenieurwissenschaftliche Einsätze eigenständig anzuwenden.
- das Betriebsverhalten elektrischer Maschinen in typischen Betriebsarten systematisch zu untersuchen.
- Verfahren der elektrischen Messtechnik zweckmäßig durchzuführen.
- Grundlagen der Digitaltechnik verständlich zu erklären.
- leistungselektronische Bauelemente und Schaltungen für gegebene Anforderungen geeignet auszuwählen.
- Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik auf praxisnahe Beispiele sicher anzuwenden.

- Annahmen, Risiken und Randbedingungen in technischen Aufgaben systematisch zu untersuchen.
- Alternativen von Mess-, Auswerte- und Dokumentationsverfahren anhand festgelegter Kriterien kritisch zu vergleichen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- technische Inhalte, Entscheidungen und Ergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.
- eigene Lösungswege, Messaufbauten und Auswerteschritte klar zu erläutern.
- Arbeitsabläufe mit Zeit- und Ressourcenplanung sowohl eigenständig als auch kooperativ strukturiert zu planen.
- Peer-Feedback zu Zwischenergebnissen und Entscheidungen konstruktiv zu diskutieren.
- Kernaussagen, Protokolle und Entscheidungsvorlagen prägnant zusammenzufassen.

Inhalt:

- Anwendung der Wechselstromrechnung in Zeit und Frequenzbereich
- Drehstromsysteme
- Aufbau und Betriebsverhalten von elektrischen Maschinen
- Magnetische Kopplung und Transformatoren
- Messung elektromagnetischer Größen
- Grundlagen der Digitaltechnik
- Leistungselektronische Bauelemente und Schaltungen
- Elektrische Antriebstechnik
- Anwendungen aus der Praxis mit Rechenbeispielen

Erwartete Vorkenntnisse:

Theoretische und praktische Grundkenntnisse der Mathematik und Physik sowie aus dem Pflichtbereich Elektrotechnik und Elektronik.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und Methoden der genannten Themengebiete sowie Illustration der Anwendung derselben an praxisorientierten Beispielen. Schriftliche und/oder mündliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Folgende Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren:

2,0/1,5 VO Angewandte Elektronik für MB und WIMB

1,5/1,0 VO Elektrischer Antriebsstrang für MB und WIMB

Weitere 1,5 ECTS sind aus nachfolgender Liste auszuwählen:

1,5/1,0 VO Wasserstoff und Brennstoffzellen

1,5/1,0 VO Elektrische Speicher für Fahrzeuge

1,5/1,0 VO Motor- und Fahrzeugsteuerungen

Fertigungstechnik 2

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Fertigungsverfahren der Zerspanung (mit geometrisch bestimmten und unbestimmten Schneiden) auszulegen und zu berechnen. Sie beherrschen die Analyse der Geometrie, Kinematik und Kraftkomponenten der Zerspanung und können Schnittkräfte sowie Schnittleistung für konventionelle und Hochgeschwindigkeitszerspanung exakt bestimmen. Ein Schwerpunkt liegt auf der material- und prozessorientierten Optimierung: Die Studierenden sind fähig, Eigenschaften, Verschleißmechanismen und Standzeiten von Schneidstoffen zu vergleichen und zu analysieren. Sie legen Prozessparameter und Werkzeuggeometrien optimal aus und können die Auswirkungen von Kühlschmierung, Trockenbearbeitung und Mindermengenschmierung auf den Zerspanungsprozess erklären. Darüber hinaus verstehen sie die Grundlagen der Mikro- und Hochgeschwindigkeitszerspanung.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- Fertigungsverfahren der Zerspanung mit geometrisch bestimmten und unbestimmten Schneiden auszulegen und zu berechnen.
- Die Geometrie, Kinematik und Kraftkomponenten der Zerspanung zu erläutern.
- Schnittkräfte und Schnittleistung für konventionelle und Hochgeschwindigkeitszerspanung zu berechnen.
- Eigenschaften, Verschleißmechanismen und Standzeiten von Schneidstoffen zu vergleichen und zu analysieren.
- Prozessparameter und die Geometrie von Werkzeugen für spanende Fertigungsverfahren auszulegen zu bestimmen und ihre Optimierung durchzuführen.
- Die Auswirkungen der Kühlschmierung, Trockenbearbeitung und Mindermengenschmierung auf den Zerspanungsprozess zu erklären.
- Grundlagen der Mikro- und Hochgeschwindigkeitszerspanung zu beschreiben.
- Verfahren der spanenden Fertigung (Drehen, Fräsen, Bohren) an konventionellen und NC-Maschinen durchzuführen.

- Komplexe Probleme der Berechnung und Auslegung von Zerspanungsprozessen zu lösen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- Ergebnisse von praktischen Versuchen und Berechnungen in einem Protokoll klar und strukturiert zusammensetzen und zu sortieren.
- Im Labor die Einhaltung von Sicherheits- und Bedienvorschriften zu prüfen und im Team anzuwenden.

Inhalt:

Das Modul behandelt die theoretischen Grundlagen der spanenden Fertigung sowie die praktische Anwendung und Auslegung von Zerspanungsprozessen.

- Geometrie und Kinematik der Zerspanung (Schneidkeil, Schnittvorgang).
- Kraftkomponenten der Zerspanung und Ermittlung der spezifischen Schnittkraft.
- Eigenschaften und Einsatz von Schneidstoffen, Beschichtungen.
- Werkzeugverschleiß, Verschleißmechanismen und Standzeiten.
- Kühlschmierstoffe, Trockenbearbeitung, Mindermengenschmierung.
- Grundlagen der Hochgeschwindigkeits- und Mikrozerspanung.
- Berechnung und Auslegung von Zerspanungsprozessen und -werkzeugen.
- Praktische Durchführung spanender Verfahren (Drehen, Fräsen, Bohren) und Auswertung technologischer Daten im Labor.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse über die wesentlichen Fertigungsverfahren nach DIN 8580.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Verpflichtende Voraussetzungen sind die positive Absolvierung des Pflichtmoduls Fertigungstechnik 1 und die positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Spanende Fertigung

2,0/2,0 UE Spanende Fertigung

Grundlagen der Werkstoffmodellierung

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Nach positiver Absolvierung der Lehrveranstaltungen sind Studierende in der Lage, die verschiedenen Bereiche der computergestützten Materialmodellierung fundiert zu beschreiben und in Fallstudien anzuwenden. Sie können erste Berechnungen durchführen, auf deren Basis sie grundlegende Aspekte der Stabilität und der Entwicklung eines Werkstoffs sowie seiner Mikrostruktur ableiten beziehungsweise vorhersagen. Dadurch werden sie befähigt, die Stabilität eines Werkstoffs gegenüber Transformationsprozessen zu beurteilen und entsprechende Ergebnisse einzuordnen. Im Bereich der überfachlichen Kompetenzen demonstrieren die Studierenden die wesentliche Rolle der computergestützten Materialmodellierung für Forschung und Entwicklung. Sie sind in der Lage, bestehende Modelle und Vorhersagen kritisch zu evaluieren, die Grenzen von Modellextrapolationen zu erkennen und deren Gültigkeitsbereiche sowie Anwendbarkeit gegenüberzustellen. Insgesamt schulen sie ihr kritisches Denken und stärken ihre Fähigkeit, methodische Entscheidungen verantwortungsvoll und reflektiert zu treffen.

Fachkompetenzen:

Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die verschiedenen Bereiche der computergestützten Materialmodellierung zu beschreiben und in einfachen Fallstudien anzuwenden.
- erste Berechnungen um grundlegende Aspekte der Stabilität und Entwicklung eines Werkstoffs durchzuführen und dessen Mikrostruktur abzuleiten beziehungsweise vorherzusagen.
- die Stabilität eines Werkstoffes der Transformation gegenüberzustellen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die wesentliche Rolle der computergestützten Materialmodellierung zu demonstrieren.
- bestehende Modelle und Vorhersagen kritisch zu evaluieren.
- die Grenzen der Modellextrapolationen zu erkennen und den Bereichen deren Gültigkeit und Anwendbarkeit gegenüberzustellen.
- im Allgemeinen ihr kritisches Denken zu schulen.

Inhalt:

- Vorstellung der und Einführung in die Atomistische Modellierung im Kontext der Werkstoffwissenschaft
- Einführung, Definition und Verwendung von interatomaren Potentialen
- Methoden basierend auf variablen Längenskalen
- Erlernen, Verstehen und Anwenden der “Molecular Dynamics”

- Erlernen, Verstehen und Anwenden “Monte Carlo”
- Erlernen, Verstehen und Anwenden Elektronischer Strukturrechnungen und Dichtefunktionaltheorie
- Vorstellung von thermodynamischen Zustandsgrößen und deren Funktionen in semi-empirischen, thermodynamischen Mischungen und physikalisch basierten Modellen.
- Erstellung von thermodynamischen Datenbanken zur Berechnung und Interpretation von Phasendiagrammen und Eigenschafts-Diagrammen
- Diffusionsberechnung
- Vorstellung und Erlernen Datengesteuerter Modelle zur Nutzung von Daten aus Simulationen und Experimenten, um Korrelationen zwischen Struktur, Prozess und Eigenschaften zu lernen.
- Vorstellen und Erlernen Hybrider Ansätze, die physikalische Gesetze in datenesteuerten Ansätzen, um die Vorhersagegenauigkeit auch bei begrenzten Datenmengen zu erhöhen.
- Anwendung von Methoden der Datenwissenschaft und Informatik auf werkstoffwissenschaftliche Fragestellungen.
- Erlernen des Generierens von Daten und des Aufbaus von Datenbanken und der Standardisierung von Daten, um Maschinenlesbarkeit zu gewährleisten.
- Aufbereitung unstrukturierter Daten, Auswahl relevanter Deskriptoren (z. B. Elektronenstruktur, molekulare Graphen) zur Beschreibung von Materialien.

Erwartete Vorkenntnisse: Kenntnisse des Aufbaus insbesondere anorganischer, metallischer Werkstoffe, Verständnis für werkstoffkundliche Begriffe. Verständnis – was ist eine Kristallstruktur? Verständnis über die thermodynamischen Beziehungen der Energieformen, Was wird in einem Phasendiagramm dargestellt? AHS Wissen Chemie, Physik, Mathematik, Maturaniveau. Umgang mit Computer, AHS-Niveau. Kenntnisse und Anwendung der Grundlagen des Programmierens (Variable, Datentypen, Schleifen).

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Präsenzunterricht: Vortrag, unterstützt mit powerpoint slides, whiteboard, Tafelarbeit. Gemeinsames Erarbeiten in kleinen Teams von Modellen und Parametrisierungen am Computer. Zur Illustration der Anwendung Team- / Gruppenarbeiten an praktischen Fallstudien, mit anschließender Diskussion. Am Beginn jeder Vorlesungseinheit wird eine kurze Zusammenfassung der vorhergehenden Vorlesungseinheit gegeben mit der Möglichkeit für die Studierenden, Unklarheiten zu beseitigen und vertiefende Fragen zu stellen. Am Ende jeder Vorlesungseinheit wird eine kurze Fragerunde abgehalten. Zusätzliche Nutzung von online-ressourcen. Leistungskontrolle durch schriftliche und/oder mündliche Prüfung bzw. Protokolle und Berichte zu den absolvierten Fallbeispielen. Leistungskontrolle durch regelmäßige Hausübungen, Tafelleistung, Zwischentests.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und

Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/2,0 VU Methoden der atomistischen Werkstoffmodellierung

1,0/1,0 VU Physikalisch basierte semiempirische Berechnung von Phasendiagrammen

2,0/2,0 VU Datengesteuerte Ansätze in der Werkstoffwissenschaft

Höhere Festigkeitslehre

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage

- Grundbegriffe ausgewählter Themengebiete der Festigkeitslehre strukturiert zu benennen und zu erklären.
- Rechnungen in Tensornotation zu erklären und durchzuführen.
- die Saint-Venant'schen Probleme prismatischer Stäbe sowie deren allgemeine Lösung anzugeben und zu erklären.
- Probleme der Torsion, Querkraftbiegung und Wölbkrafttorsion für Stäbe mit dünnwandigem Querschnitt zu lösen.
- Probleme ebener Flächentragwerke (Scheiben und Platten) zu identifizieren und für rotationssymmetrische Fälle auch zu lösen.
- die Näherungsverfahren von Ritz und Galerkin zu erklären und auf Probleme der Balken- und Plattenbiegung anzuwenden.
- Probleme räumlicher Flächentragwerke (Schalen) zu kategorisieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage

- komplexe Problemstellungen strukturiert zu analysieren.
- Ergebnisse mithilfe analytischer und numerischer Vergleichsmaßstäbe systematisch zu validieren.
- Lösungsansätze zielgerichtet umzusetzen.

Inhalt:

- Tensornotation und Variationsprinzipien
- Saint-Venant'sche Probleme prismatischer Stäbe
- Torsion des geraden Stabes mit beliebiger Querschnittsform (dünnwandige Querschnitte, Schubmittelpunkt, Wölbkrafttorsion)

- Dünnwandige Flächentragwerke (Platten und Schalen); spezielle Beispielpunkte zu rotationssymmetrischen Problemen
- Plattenbeulen und Plattenschwingungen
- Näherungsverfahren von Ritz und Galerkin
- Grundzüge der Schalentheorie

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse der Mechanik insbesondere aus den vorangehenden Modulen Mechanik 1, Mechanik 2 und Mechanik 3.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/4,0 VU Höhere Festigkeitslehre

Höhere Konstruktionslehre

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Aufbaumoduls Höhere Konstruktionslehre sind Studierende in der Lage

- Anforderungen, Randbedingungen und Zielkonflikte technischer Produkte systematisch zu analysieren.
- aus gegebenen Kundenanforderungen und technischen Randbedingungen konsistente Produktanforderungen und Funktionsstrukturen abzuleiten und in eine Aufgabenstellung zu übertragen.
- methodische Vorgehensmodelle der Produktentwicklung (z. B. VDI 2221, TRIZ, QFD, Wertanalyse) für konkrete Entwicklungsaufgaben zielgerichtet aus den verfügbaren Optionen auszuwählen.
- Varianten technischer Produktkonzepte unter Einsatz geeigneter Bewertungsmethoden hinsichtlich Funktion, Kosten, Entwicklungszeit und Risiko zu beurteilen.
- technische Produkte von der frühen Konzeptphase bis zur Serienreife mit Hilfe strukturierter Entwicklungs- und Konstruktionsschritte systematisch zu entwickeln.
- Maßnahmen zur Verkürzung der Produktentwicklungszeit (z. B. Simultaneous Engineering, Concurrent Engineering, Rapid Prototyping) für gegebene Entwicklungsprozesse zu konzipieren.

- sicherheits-, zuverlässigkeits- und qualitätsrelevante Anforderungen an Produkte einschließlich zugehöriger Gestaltungsrichtlinien kritisch zu prüfen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Aufbaumoduls Höhere Konstruktionslehre sind Studierende in der Lage

- Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben im Team unter Berücksichtigung von Zeit- und Ressourcenbeschränkungen effizient zu organisieren.
- Ergebnisse eigener Produktentwicklungsprojekte adressatengerecht zusammenzustellen und
- im Rahmen von z.B. Peer Feedback kritisch-konstruktiv zu diskutieren.

Inhalt:

- Methodisches Vorgehen bei der Produktentwicklung
- Techniken zur Förderung der Kreativität
- allgemeine Methoden (Konstruktionswissenschaftliches Modell, TRIZ-Methode, Wertanalyse, ABC-Analyse, Arbeiten mit Konstruktionskatalogen, Quality Function Deployment, etc.)
- Leitlinien für die Gestaltung von technischen Systemen

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der Grundlagen der Konstruktionslehre inklusive CAD

Verpflichtende Voraussetzungen:

2,0/2,0 UE Technisches Zeichnen/CAD

3,0/3,0 UE Technisches Zeichnen/CAD Konstruktionsübung

3,0/2,0 VO Grundlagen der Konstruktionslehre

Positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung

2,0/2,0 UE Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung

Höhere Maschinenelemente

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

- Eigenständiges Auslegen von Planeten- und Kegelradgetrieben
- Erklären der Funktionsweise von Schnecken-, Zykloidgetrieben und Freiläufen
- Eigenständige Berechnung von Verzahnungs-Mikrogeometrien
- Verständnis von Verzahnungsschäden und deren Folgen
- Beherrschung vertiefender Maschinenkonstruktionen und Berechnungsaufgaben
- Methodisch sinnvolle Umsetzung von Maschinenkonstruktionen mit 3D-CAD Systemen und
- Anwendung computergestützter Auslegungs- und Nachweisverfahren
- Anwenden von verbreiteten Maschinenelemente-Berechnungsprogrammen
- Erläutern der wichtigsten Kostenparameter am Beispiel des Getriebebaus
- Nachvollziehen der Bewegungsabläufe und deren auftretenden Kräfte in Getrieben mit Mehrkörpersimulationssystemen

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Planeten- und Kegelradgetriebe anhand gegebener Anforderungen rechnerisch auszulegen.
- die Funktionsweise von Schnecken-, Zykloidgetrieben und Freiläufen mit geeigneten Beispielen verständlich zu erklären.
- Verzahnungs-Mikrogeometrien für vorgegebene Last- und Fertigungsbedingungen korrekt zu berechnen.
- typische Verzahnungsschäden und deren Folgen für Tragfähigkeit und Lebensdauer fachgerecht zu beschreiben bzw. zu Grunde liegende Schadensmechanismen zu beurteilen.
- vertiefende Maschinenkonstruktionen und berechnungsorientierte Aufgabenstellungen auf Basis einschlägiger Normen zielgerichtet zu bearbeiten.
- Maschinenkonstruktionen mit in 3D-CAD-Systemen umzusetzen und methodisch sinnvoll durchzuführen.
- computergestützte Auslegungs- und Nachweisverfahren für Getriebekomponenten zweckmäßig anzuwenden und die Ergebnisse gesetzlichen Regelvorgaben gegenüberzustellen.
- verbreitete Maschinenelemente-Berechnungsprogramme für Auslegung und Bewertung sicher zu benutzen.
- die wichtigsten Kostenparameter im Getriebebau klar zu erkennen und ggf. Konstruktionen kosteneffizienter umzusetzen.
- Bewegungsabläufe und auftretende Kräfte in Getrieben mit Mehrkörpersimulationssystemen systematisch zu analysieren und
- daraus abzuleitenden mögliche kritische Betriebszustände in der Konstruktionsphase bereits zu erkennen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die eigene CAD-Konstruktion adressatengerecht zu erklären und zu präsentieren.
- verschiedene CAD-Konstruktionsdesigns im Rahmen von Peer Feedback konstruktiv zu diskutieren und gegenüberzustellen.
- Alternativen von Konstruktions-, Auslegungs- und Simulationsstrategien anhand festgelegter Kriterien zu vergleichen.
- eigene Herleitungen, Annahmen und Näherungsschritte nachvollziehbar zu erläutern.
- alltags- und arbeitsweltbezogene Anwendungsbeispiele zu bestimmen und
- in diesen Anwendungskontexten zielführendes Verhalten von jenem im akademischen Rahmen zu unterscheiden.

Inhalt:

- Freiläufe
- Kegelradverzahnungen und -getriebe
- Planetengetriebe, Schneckengetriebe
- Hochübersetzende Getriebe (Harmonic Drive, Zykloidgetriebe)
- Verzahnungsschäden, Fressen, Grauflecken
- Mikrogeometrie von Verzahnungen
- Konstruktionsmethodik: Kosten
- Computergestützte Berechnung von Getrieben
- Mehrkörpersystemdynamische Untersuchung von Getrieben
- Computergestützte Konstruktion

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der Grundlagen der Maschinenelemente und Konstruktionslehre inklusive CAD

Verpflichtende Voraussetzungen:

3,0/3,0 VO Maschinenelemente 1

3,0/3,0 VO Maschinenelemente 2

4,0/4,0 UE Maschinenelemente Konstruktionsübung

Positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Berechnungen der oben genannten Inhalte. Üben und Anwenden der Inhalte durch Berechnungsbeispiele.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/3,0 VO Maschinenelemente 3

Human Resource Management and Leadership

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Das Modul vermittelt den Studierenden das notwendige Wissen, die Werkzeuge und Instrumente für das Personalmanagements während des gesamten Mitarbeiterlebenszyklus. Weiterentwicklung analytischer und synthetischer und gendersensibler Fähigkeiten bei der Bewertung komplexer sozioökonomischer Probleme, kritische Diskussion und Bewertung alternativer oder widersprüchlicher Theorien und Konzepte. Interaktive Teile der Kurse vertiefen die Fähigkeiten in den Bereichen Teamarbeit und Konfliktmanagement. Das Hauptziel besteht darin, den Studierenden die theoretischen Grundlagen und grundlegenden Instrumente einschließlich gendersensibler Aspekte des Personalmanagements (HR) und der Führung zu vermitteln.

Fachkompetenzen:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage

Fachspezifische Kompetenzen:

- die für das Management der Leistungsfähigkeit während des gesamten Mitarbeiterlebenszyklus erforderlichen Kenntnisse, Werkzeuge und Instrumente anzuwenden.
- analytische und synthetische Fähigkeiten zur Bewertung komplexer sozioökonomischer Probleme und zur kritischen Diskussion alternativer oder widersprüchlicher Theorien und Konzepte zu bewerten.
- genderrelevante und gendersensible Aspekte des Personalmanagements und der Führung aufzuzeigen.
- die theoretischen Grundlagen und grundlegenden Werkzeuge des Personalmanagements und der Führung zu erklären.
- eine Einführung und theoretische Grundlagen zu präsentieren.
- die Organisation des Personalmanagements zu beschreiben.
- Personalplanung, -beschaffung und -auswahl zu planen.
- Leistungs- und Vergütungsmanagement, Schulungen und Weiterbildungen durchzuführen.
- Führungs- und Managementprinzipien zu erläutern.
- HR-Controlling und spezifische Themen des Personalmanagements zu analysieren.

Interdisziplinäre Kompetenzen:

- Kritisches Denken
- Argumentationsfähigkeit
- Kooperationsfähigkeit
- Konfliktlösungsfähigkeit

- Genderkompetenz

Überfachliche Kompetenzen:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Teamarbeit, Konfliktmanagement und kooperative Aufgaben zu organisieren.
- Erfahrungsbasierte Fallstudien, Rollenspiele und Hausaufgaben zu diskutieren.
- Erkenntnisse und Ergebnisse aus erfahrungsbasierten Lernaktivitäten zu präsentieren.
- Alternative Ansätze und widersprüchliche Konzepte in Rollenspielen und Fallstudien zu bewerten.
- Die persönliche und Teamleistung in Erfahrungslernaktivitäten zu analysieren.
- Erkenntnisse aus interaktiven Elementen und Übungen zusammenzufassen.
- Die angewandten Theorien und Konzepte aus einer Meta-Perspektive zu diskutieren.
- Evidenzbasierte Positionen während Meta-Level-Theoriediskussionen zu vertreten.

Inhalt:

- Einführung und theoretische Grundlagen,
- Organisation des Personalmanagements (HR),
- Personalplanung, -beschaffung und -auswahl, einschließlich relevanter Genderaspekte
- Leistungs- und Vergütungsmanagement, Ausbildung und Entwicklung, einschließlich relevanter Genderaspekte
- Führung und Management, einschließlich relevanter Genderaspekte
- spezifische Themen des Personalmanagements, insbesondere der Einsatz von KI

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse in Betriebswirtschaft und Management (Organisation, Innovation und Marketing, Finanzen und Controlling sowie Produktion und Logistik).

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Das Wissen wird durch Vorlesungen und Leseaufgaben vermittelt. Die Fähigkeiten werden durch interaktive Elemente der Kurse entwickelt, die auf Erfahrungslerntechniken wie Fallstudien, Rollenspielen, Teamarbeit und Hausaufgaben basieren. Kompetenzen werden insbesondere durch die Diskussion angewandter Theorien und Konzepte vermittelt

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Human Resource Management and Leadership

2,0/2,0 UE Human Resource Management and Leadership

Kapazitätslimitierung der UE Human Resource Management & Leadership: 5 - Übungsplätze pro Studienjahr. Dafür gelten folgende Reihungskriterien:

1. Positives Absolvieren der 3,0/2,0 VO Human Resource Management & Leadership
2. Bessere Noten von 1. werden vorgereicht
3. Älteres Datum von 1. wird vorgereicht

Industrielle Informationssysteme

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Die Studierenden beherrschen Grundkonzepte der IT-Systeme, die übergreifend und integrativ Leistungserstellungsprozesse von Industrieunternehmen unterstützen. Dazu gehören insbesondere Enterprise Resource Planning (ERP) Systeme und Systeme, die im Rahmen von Product Lifecycle Management (PLM) Anwendung finden. Folgende Fertigkeiten und Kompetenzen werden besonders gefördert:

- Bedienung von Standard-Softwaresystemen im industriellen Umfeld
- Verständnis für das Themengebiet Industrielle Informationssysteme als Querschnittskompetenz für Studierende aus den Bereichen Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen oder Verfahrenstechnik

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Standard-Softwaresysteme wie ERP Systeme im industriellen Umfeld sicher anzuwenden sowie
- die Funktionsweise und Möglichkeiten dieser Systeme und Smarter Technologien zu verstehen und zu bestimmen.
- Prozesse der Logistik in entsprechenden IT-Werkzeugen durchzuführen und dadurch
- praktischen Fertigkeiten zur Bedienung von entsprechenden IT-Systemen zu demonstrieren.
- notwendigen Prozesse und Datenstrukturen zu konzipieren und dadurch
- für gegebene Problem- oder Aufgabenstellungen Bedarfe zu analysieren und zu bestimmen.
- geeignete IT-Architekturen zu konzipieren, um

- die Anforderungen abzudecken, auf Basis der Architektur und des obigen Wissens auch die Einführung bzw. Erweiterung industrieller Informationssysteme zu konzipieren.
- einzelne Tools für den Einsatz in der Architektur auszuwählen.
- die Anpassung und Erweiterung der Systeme auf unternehmensspezifische Gegebenheiten zu konzipieren und durchzuführen.
- ein Projektmanagement zu konzipieren und ein Projekt zu leiten.
- u.a. als Querschnittskompetenz Grundlagen des Themengebiets industrielle Informationssysteme erklären.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Beiträge in Vorlesung und Übung faktenbasiert zu diskutieren.
- Softwarefunktionalitäten in Fallbeispielen im Team strukturiert zu bearbeiten.
- die E-Learning-Plattform für Kommunikation, Materialabruf und Abgaben sicher zu benutzen.
- Arbeitsprozesse, Zeitpläne und Meilensteine für die Übung und die Umsetzung in Unternehmen zielorientiert zu planen.
- Anforderungen und Annahmen in Fallstudien klar zu unterscheiden.
- Ergebnisse und Dokumentationen adressatengerecht zu präsentieren.

Inhalt:

- Industrielle IKT Basistechnologien
- Client/Server-Architekturen
- Datenbanktechnik
- Enterprise Resource Planning
- Product Lifecycle Management
- Einführungsprojekte industrieller Informationssysteme
- Relevante Richtlinien, Normen und Standards

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse der Informationstechnik auf Universitätsniveau .

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung, wobei der Vorlesungsteil durch elektronische Medien gestützt die Inhalte vermittelt. Im Rahmen der Übung werden die Studierenden durch Mitarbeiter_innen und Tutor_innen unterstützt und anhand von Fallbeispielen bestimmte Softwarefunktionalitäten selbständig erarbeitet. Neben den Präsenzveranstaltungen besteht die Möglichkeit der Interaktion mit den Lehrenden und mit anderen Übungsteilnehmer_innen über die E-Learning Plattform.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Industrielle Informationssysteme

2,0/2,0 UE Industrielle Informationssysteme

Maschinendynamik

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Erwerb der Fähigkeit zur problem- und aufwandsangepassten Modellbildung für die Behandlung dynamischer Probleme in realen Maschinen. Erwerb analytischer und numerischer Fähigkeiten Erwerb der Fähigkeit zur problem- und aufwandsangepassten Modellbildung für die Behandlung dynamischer Probleme in realen Maschinen. Erwerb analytischer und numerischer Fähigkeiten zur Behandlung der Modell-Bewegungsgleichungen. Interpretierfähigkeit gemessener Phänomene in Maschinen durch Vergleich mit numerischen Ergebnissen. Berechnung von Ungleichförmigkeitsgrad und Massenkräften sowie Realisierung des Massenausgleichs von Mechanismen. Modellierung und dynamische Analyse von Riemen- und Zahnradgetrieben, einfache Berechnungen an Rotorsystemen. Kommunikation bei der Bearbeitung von Problemstellungen im Team, Diskussion und Präsentation von Ergebnissen und Lösungsvorschlägen.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- mechanische Modelle für dynamische Probleme in realen Maschinen problem- und aufwandsangepasst zu formulieren.
- analytische und numerische Verfahren zur Behandlung von Modell-Bewegungsgleichungen sicher anzuwenden.
- gemessene Phänomene in Maschinen durch Vergleich mit numerischen Ergebnissen systematisch zu untersuchen.
- den Ungleichförmigkeitsgrad und Massenkräfte in Mechanismen korrekt zu berechnen.
- den Massenausgleich in Mechanismen methodisch durchzuführen.
- Riemen- und Zahnradgetriebe dynamisch und modellbasiert zu untersuchen.
- Blockfundamente für die Maschinenaufstellung zu konzipieren.
- grundlegende Kenngrößen von Rotorsystemen korrekt zu berechnen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Lösungswege kooperativ und unter Berücksichtigung von zeitlichen Vorgaben zu strukturieren.

- Problemstellungen, Zwischenergebnisse und Annahmen im Team konstruktiv zu diskutieren.
- Ergebnisse und Lösungsvorschläge im Team strukturiert und adressatengerecht zu präsentieren.
- die Anwendbarkeit mechanischer Modelle sowie analytischer und numerischer Verfahren unter Berücksichtigung von umwelt- und arbeitsweltbezogener Gegebenheiten zu diskutieren.
- unter Berücksichtigung von Peer-Feedback Modifikationen und Verbesserungen an den eigenen Lösungsstrategien durchzuführen.

Inhalt:

- Grundlagen der Modellbildung in der technischen Dynamik
- Geometrisch-kinematische Eigenschaften ebener Mechanismen
- Bewegungsgleichungen und Zwangskräfte von EFG-Mechanismen (Kreisknockengetriebe, Kurbeltrieb, etc.)
- Ungleichförmigkeitsgrad, Massenkkräfte und Massenausgleich von Mechanismen
- Schwingungen linearer Mehrfreiheitsgradsysteme
- Auslegung von Blockfundamenten für die Maschinenaufstellung
- Vertiefung in drehschwingungsfähigen Systemen (Riemen- und Zahnradgetriebe)
- Grundzüge zu Biegeschwingungen von Wellen und Rotoren

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse der mechanischen Prinzipien sowie über das Aufstellen von Bewegungsgleichungen, der Schwingungstechnik und der Messtechnik. Grundkenntnisse aus der Mathematik: Lösung von Differentialgleichungen, Reihenentwicklung (Taylor, Fourier), Matrizenrechnung, Rechnen mit komplexen Zahlen. Erfassen von Prinzipskizzen mechanischer Systeme, ausreichende Übung in der Anwendung der Vorkenntnisse aus Mathematik und Mechanik. Teamfähigkeit, Lernen in Gruppen.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Modul Mechanik 2 und positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag mit Medienunterstützung über die theoretischen Grundlagen, Vorrechnen von repräsentativen Anwendungsbeispielen. Einübung des Gelernten durch selbständiges Lösen von Aufgaben, zum Teil im Team und unter Anleitung durch Lehrpersonen. Prüfung: Rechenaufgaben und Verständnisfragen zu den Stoffgebieten.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Maschinendynamik

2,0/2,0 UE Maschinendynamik

Mehrkörpersysteme

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Grundlegende Kenntnisse der Theorie der nachfolgend genannten Themengebiete aus dem Gebiet der Mehrkörpersystemdynamik. Fähigkeit zur Umsetzung und Anwendung der erlernten theoretischen Grundlagen auf praktische Aufgabenstellungen (z.B. aus dem Bereich der Mechatronik, Fahrzeugdynamik, Robotik). Analytisches und synthetisches Denken für die Modellbildung und Interpretation numerischer Simulationsergebnisse von (mechatronischen) Aufgabenstellungen. Fähigkeit zum kritischen Hinterfragen auf Richtigkeit und Interpretierbarkeit eigener am Computer ermittelter numerischer Lösungen von Problemstellungen. Allgemeines Verständnis des theoretischen Hintergrundes von Mehrkörpersystem-Programmen und dessen Nutzung für die effektive Modellbildung technischer Systeme.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die Grundlagen der Theorie der genannten Themengebiete der Mehrkörpersystemdynamik prägnant zu beschreiben.
- die vermittelten theoretischen Grundlagen auf praktische Problemstellungen aus Mechatronik, Fahrzeugdynamik und Robotik sicher anzuwenden.
- Modellbildungsannahmen und numerische Simulationsergebnisse für mechatronische Problemstellungen kritisch zu analysieren.
- eigene am Computer ermittelte numerische Lösungen auf Richtigkeit und Interpretierbarkeit methodisch zu untersuchen.
- den theoretischen Hintergrund von Mehrkörpersystem-Programmen verständlich zu erklären.
- den theoretischen Hintergrund von Mehrkörpersystem-Programmen für eine effektive Modellbildung technischer Systeme zielgerichtet anzuwenden.
- die Kinematik von Mehrkörpersystemen mit starren und deformierbaren Körpern strukturiert darzustellen.
- Newton-Euler-Gleichungen sowie d'Alembertsches, Jourdainisches und Gaußsches Prinzip und damit abgeleitete Bewegungsgleichungen korrekt zu formulieren.
- die genannten Gleichungen und Prinzipien auf typische Beispiele rechnerisch anzuwenden.
- Anwendungsbeispiele aus der Mechatronik, Fahrzeugdynamik und Robotik mithilfe eines ausgewählten Mehrkörperdynamik-Softwarepakets fachgerecht zu lösen und Ergebnisse begründet zu interpretieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- selbstständig komplexe Problemstellungen zu strukturieren.

- eigene Lösungswege, Annahmen und Grenzen nachvollziehbar zu erläutern und mit Peers zu diskutieren.
- Peer-Feedback zu Entwürfen und Resultaten konstruktiv zu diskutieren.
- komplexe Inhalte, Modelle und Ergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.
- Alternativen von Modellierungs- und Validierungsstrategien unter Berücksichtigung von umwelt- und arbeitsweltbezogener Gegebenheiten zu diskutieren.

Inhalt:

- Kinematik und Dynamik von Mehrkörpersystemen mit starren und flexiblen Körpern.
- Darstellung und Transformation der Bewegungsgrößen über verallgemeinerte Lagekoordinaten/Geschwindigkeiten. Absolut- und Relativkoordinaten.
- Freiheitsgrad der Lage und Geschwindigkeit.
- Holonome und nichtholonome, skleronome und rheonome Systeme. Ideale Gelenke und Zwangsbedingungen.
- Grundprinzipien der Mechanik.
- Systematischer Aufbau der Bewegungsgleichungen über d'Alembertsches und Jourdainisches Prinzip mit Anwendungsbeispielen. Gaußsches Prinzip. Herleitung und Anwendung der Gibbs-Appell Gleichungen.
- Topologie bei Mehrkörpersystemen. Vorgehensweise bei kinematisch geschlossenen Schleifen.
- Modellbildung bei Mehrkörpersystemen.
- Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Mechatronik, Fahrzeugdynamik und Robotik und deren numerische Behandlung (Simulation) unter Zuhilfenahme eines ausgewählten Mehrkörperdynamik-Softwarepakets.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fundierte mathematische Grundkenntnisse, fundierte Grundkenntnisse zu Mechanik fester Körper, Fähigkeit zur Darstellung und Vermittlung eigener Lösungen von gegebenen Aufgabenstellungen. Soziale Kompetenzen, z.B. für eine mögliche Zusammenarbeit in kleinen Teams.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Modul Mechanik 1

Modul Mechanik 2

Positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag der theoretischen Grundlagen, sowie Anleitung und Hilfestellung beim praktischen Umsetzen derselben durch eigenständiges Lösen ingenieurwissenschaftlicher Aufgabenstellungen mit einem gängigen Mehrkörperdynamik-Softwarepaket an einem Computerarbeitsplatz. Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zu den theoretischen Grundlagen und Überprüfung und Dokumentation der eigenständigen Ausarbeitung von Übungsaufgaben am Computerarbeitsplatz.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Grundlagen der Mehrkörpersystemdynamik

2,0/2,0 UE Grundlagen der Mehrkörpersystemdynamik

Für die Lehrveranstaltung UE Grundlagen der Mehrkörpersystemdynamik stehen insgesamt 40 Plätze zur Verfügung. Davon sind 18 Plätze für Studierende des Masterstudiums Maschinenbau reserviert. Die Vergabe der Plätze erfolgt nach der nach ECTS-Punkten gewichteten Durchschnittsnote aus den Lehrveranstaltungen VO Mechanik 1 und UE Mechanik 1 sowie VO Mechanik 2 und UE Mechanik 2. Die Plätze werden an jene Studierende mit den besten Durchschnittsnoten vergeben. Bei gleicher Durchschnittsnote (gerundet auf zwei Nachkommastellen) entscheidet das Los über die Vergabe der Plätze. Liegen für eine Studienrichtung weniger Anmeldungen als reservierte Plätze vor, so rücken automatisch Studierende aus anderen Studienrichtungen nach.

Oberflächentechnik

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die geschichtliche Entwicklung der Oberflächentechnologie zusammenzufassen, die Prinzipien der Tribologie und des Verschleißes zu beschreiben, Oberflächenmodifikationen zu kategorisieren sowie Beschichtungsverfahren zu erläutern. Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der grundlegenden Konzepte der Oberflächentechnik. Sie sammeln Erfahrungen mit Methoden der Oberflächenmodifizierung und besitzen Kenntnisse der wichtigsten Werkstoffe für die Oberflächenbeschichtung (dünne Filme, organische und keramische Schichten), insbesondere bei metallischen Werkstoffen. Die Studierenden sind in der Lage, selbständig grundlegende Methoden zur Synthese und Charakterisierung im Bereich der Oberflächentechnik durchzuführen. Im Bereich der Synthese liegt der Fokus auf PVD (englisch physical vapor deposition) basierenden Abscheidetechniken.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die geschichtliche Entwicklung der Oberflächentechnologie zusammenzufassen.
- die Prinzipien der Tribologie und des Verschleißes prägnant zu beschreiben.
- Oberflächenmodifikationen systematisch zu kategorisieren.
- Beschichtungsverfahren fachgerecht zu erläutern.
- grundlegende Konzepte der Oberflächentechnik darzustellen.
- Methoden der Oberflächenmodifizierung anwendungsorientiert durchzuführen.

- die wichtigsten Werkstoffe für die Oberflächenbeschichtung, insbesondere bei metallischen Werkstoffen, fundiert zu klassifizieren.
- grundlegende Methoden zur Synthese und Charakterisierung im Bereich der Oberflächentechnik selbstständig durchzuführen.
- PVD-basierende Abscheidetechniken zielgerichtet anzuwenden.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Fallbeispiele kritisch im Plenum sowie in Partner- und Gruppenarbeiten zu diskutieren.
- Kernaussagen aus den Diskussionen prägnant zusammenzufassen.
- das Gelernte Laborübungen praxisnah anzuwenden.
- Versuchsabläufe im Labor strukturiert und sicher durchzuführen.
- Ergebnisse der praktischen Anwendung und Beobachtungen kritisch zu prüfen.
- vorgestellte Methoden unter Anleitung im Labor selbstständig durchzuführen.
- Laborprotokolle und Auswertungen nachvollziehbar und eigenständig zu schreiben.

Inhalt:

- Kurzer Überblick über Oberflächentechnologie und die geschichtliche Entwicklung
- Kontakt fester Oberflächen, Prinzipien von Tribologie und Verschleiß
- Korrosion
- Oberflächenmodifikation durch mechanische, thermische und thermo-chemische Verfahren
- Beschichtungen:
 - Mechanische, -thermische, -thermo-mechanische, -chemische, und -elektrochemische Prozesse
 - Physikalische Dampfphasenabscheidung (PVD) und Chemische Dampfphasenabscheidung (CVD)
- Überblick über die wesentlichen Prinzipien im Bereich der PVD basierenden Abscheidemethoden und die wichtigsten Charakterisierungstechniken
 - Vakuumtechnik
 - Anlagentechnologien/Konzepte
 - Methoden zur mechanischen Charakterisierung von Dünnschichten
 - Methoden zur thermischen Charakterisierung von Dünnschichten
 - Methoden zur Chemie- und Strukturanalyse
 - Oberflächensensitive Methoden

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse der Werkstoffwissenschaft.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag mit PowerPoint und begleitenden Diskussionen von Fallbeispielen. In der Laborübung wird das Gelernte praktisch angewendet. Alle vorgestellten Methoden sollen von den Studierenden unter Anleitung selbst im Labor durchgeführt und erlernt werden.

Schriftliche und/oder mündliche Prüfung (VO), der Leistungsnachweis für die Laborübung wird in Form eines Protokolls /einer Präsentation über die durchgeführten Methoden erbracht.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Oberflächentechnik

2,0/2,0 LU Oberflächentechnik

Kapazitätslimitierung der LU Oberflächentechnik: 21 Laborplätze pro Studienjahr. Dafür gelten folgende Reihungskriterien:

1. Positives Absolvieren der 3,0/2,0 VO Oberflächentechnik
2. Bessere Noten von 1. werden vorgereicht
3. Älteres Datum von der positiven Absolvierung (laut 1.) wird vorgereicht

Regelungstechnik 2

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Das Modul vertieft die Fertigkeiten in der Regelungstechnik um Zustandsraummethoden, Wurzelortskurven, sowie einige Ansätze zur Analyse von und zum Regelungsentwurf für nichtlineare dynamische Systeme. Es bietet eine solide Basis für spätere Spezialveranstaltungen in forschungsnahen Bereichen der Regelungstechnik, Automatisierungstechnik, Simulation und Optimierung.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die Wurzelortskurve eines Eingrößensystems zu zeichnen und zu interpretieren.
- einfache Eingrößenregler mit Hilfe der Wurzelortskurve zu bestimmen.
- dynamische Systeme in Zustandsraumdarstellung anzuschreiben und deren Eigenschaften zu analysieren.
- unterschiedliche Regelungskonzepte im Zustandsraum mit oder ohne Zustandsbeobachter anzuwenden und zu parametrieren.

- nichtlineare Eingrößensysteme mittels Beschreibungsfunktion zu analysieren.
- eine nichtlineare Regelung mittels exakter Linearisierung zu entwerfen.
- die Stabilität eines nichtlinearen Systems mit Hilfe der Lyapunov-Theorie zu beurteilen.
- das Konzept von "backstepping control" zu beschreiben.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- konstruktiv und kritisch zu Entwürfen und Resultaten zu diskutieren.
- komplexe Inhalte, Modelle und Ergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.
- theoretisches Wissen praktisch anzuwenden und anzupassen.

Inhalt:

Lineare Systeme:

- Wurzelortskurve
- Darstellung und Analyse von Eingrößensystemen im Zustandsraum
- Regler- und Beobachterausslegung im Zustandsraum

Nichtlineare Systeme:

- Beschreibungsfunktion
- Exakte Linearisierung ("Feedback Linearisation")
- "Control Lyapunov functions"
- "Backstepping control design"

Die VU wird durch umfangreiche Beispiele unterstützt, die als komplette MATLAB/Simulink-Pakete für die Studierenden verfügbar sind.

Erwartete Vorkenntnisse: Fundierte mathematische Grundkenntnisse (Analysis, Differentialgleichungen, lineare Algebra, Grundkenntnisse in maschinenbaulichen Grundlagen zum Verständnis diverser Anwendungsfälle (Mechanik, Elektrotechnik, ...), Fähigkeit zur Darstellung und Vermittlung eigener Lösungen von gegebenen Aufgabenstellungen. Soziale Kompetenzen, z.B. für eine mögliche Zusammenarbeit in kleinen Teams.

Verpflichtende Voraussetzungen:

4,0/3,0 VU Grundlagen der Regelungstechnik

Positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die Modul-LVA ist interaktiv gestaltet. In den Vorlesungsteilen werden die theoretischen Grundlagen erarbeitet und das so vermittelte Wissen zusätzlich durch praxisrelevante Problemstellungen sehr anschaulich untermauert. In zahlreichen Übungsbeispielen wird die Anwendung der zuvor theoretisch vermittelten Inhalte durch Rechen- und Simulationsbeispiele verdeutlicht.

Der Leistungsnachweis erfolgt über zwei schriftliche Tests und einen Laborübungsteil.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/4,0 VU Feedback Control

Scientific Machine and Reinforcement Learning

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Nach Abschluss des Kurses „Scientific Machine Learning and Reinforcement Learning für Ingenieure“ werden die Studierenden in der Lage sein, physikbasierte und hybride Methoden des Machine Learning und Reinforcement Learning - welche Daten und Physikalische Gesetze kombinieren - auf industrielle Probleme anzuwenden, ingenieurtechnische Daten systematisch zu strukturieren und zu analysieren sowie modell- und datenbasierte Entscheidungsprozesse in technische Systeme zu integrieren.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die Prinzipien von Scientific Machine Learning und Reinforcement Learning zu erklären und darzulegen, wie sie mit physikbasierten Modellen angewandt werden, um ingenieurtechnische Probleme zu lösen.
- physikbasierte und hybride Modelle zu entwickeln und umzusetzen, die physikbasiertes Wissen/Grundprinzipien mit datengetriebenem Machine Learning und Reinforcement Learning kombinieren, um das Verhalten mechanischer Systeme und Prozesse zu simulieren, vorherzusagen und zu optimieren.
- Strategien des physikbasierten Machine Learning und Reinforcement Learning zu entwerfen und anzuwenden, um die Steuerung, Optimierung und Leistungsverbesserung mechanischer Systeme unter realen Rahmenbedingungen zu realisieren.
- die Leistung physikbasierter und hybrider SciML/RL-Modelle zu analysieren, indem Genauigkeit, Generalisierungsfähigkeit, Robustheit und Unsicherheit bewertet werden, und basierend auf dieser Analyse Verbesserungen umzusetzen.
- die potenziellen Anwendungen und Grenzen neuromorpher Rechnerarchitekturen für die Implementierung von SciML- und RL-Modellen zu beurteilen und die Ergebnisse in schriftlichen Berichten oder Präsentationen zu kommunizieren.
- ingenieurtechnische Lösungen zu entwickeln, indem SciML und Reinforcement Learning in Systemdesign, Optimierung oder Prozesssteuerung integriert werden.

- technische Ergebnisse effektiv durch Berichte und Präsentationen zu kommunizieren, während die Grenzen der Modelle, Risiken und ethische Aspekte kritisch bewertet werden.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- effektiv in interdisziplinären Teams zusammenzuarbeiten.
- Ergebnisse klar sowohl an fachkundige als auch an nicht-fachkundige Stakeholder zu kommunizieren
- komplexe ingenieurtechnische Probleme selbstständig zu strukturieren und zu lösen, wobei geeignete daten- und modellbasierte Methoden ausgewählt werden.
- den eigenen Lernprozess zu reflektieren und
- die eigenen Lern-Strategien für die kontinuierliche Verbesserung in angewandten Projekten anzupassen.
- die ethischen, gesellschaftlichen und nachhaltigkeitsbezogenen Auswirkungen daten- und physikbasierter KI-Lösungen, einschließlich Fairness, Vertrauenswürdigkeit und verantwortungsvoller Nutzung von Modellen, zu erkennen und zu berücksichtigen.

Inhalt:

Scientific Machine Learning ist ein spezielles Fachgebiet im Bereich des Maschinellen Lernens (ML), bei dem physikbasierte Daten berücksichtigt werden. Der Kurs "Scientific Machine and Reinforcement learning for Engineers"(5.0 ECTS) bietet eine umfassende Einführung in die Schnittstelle von Machine Learning (ML)/Reinforcement Learning (RL) und mechanischen Systemen, mit einem starken Fokus sowohl auf Theorie als auch auf praktische Anwendungen im Ingenieurwesen. Der Kurs beginnt mit der Einführung grundlegender mechanischer Prinzipien und zeigt, wie mechanische Systeme als ML- oder RL-Probleme formuliert werden können. Dadurch erhalten die Studierenden Einblicke, wie ML-Modelle als vereinfachte mechanische Systeme interpretiert werden können und wie physikbasierte ML-Modelle entwickelt werden, die physikalische Daten oder Einschränkungen direkt in die Modellarchitekturen integrieren. Ein zentraler Bestandteil des Kurses ist das Erlernen, wie physikbasierte Probleme mit ML-Techniken gelöst werden können, auch ohne große Datensätze. Der Kurs wird sich darauf konzentrieren, wie man mit begrenzten Daten oder rein physikalischen Modellen maschinelle Lernalgorithmen trainiert, damit die Studierenden verstehen, wie sie Vorhersagen oder Optimierungen in realen Ingenieur-Szenarien treffen können, in denen Daten knapp oder unvollständig sind. Im Verlauf des Kurses werden die Studierenden fortgeschrittene Themen wie modellbasiertes Reinforcement Learning zur Lösung komplexer Designoptimierungs- und Steuerungsprobleme untersuchen. RL ist eine Lernform, bei der ein System lernt, wie es seine Umgebung beeinflussen kann, indem es Handlungen vornimmt oder sein Design anpasst, um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen. Dies wird detaillierte Fallstudien aus Bereichen wie Robotik, Luft- und Raumfahrt, Fertigung und Energiesysteme beinhalten,

in denen diese Techniken aktiv eingesetzt werden, um die Systemleistung zu verbessern. Die Studierenden werden Erfahrung im Anwenden modellbasierter Ansätze auf reale Probleme sammeln und lernen, wie sie die Macht des maschinellen Lernens nutzen können, um physikalische Systeme in verschiedenen industriellen Anwendungen zu simulieren, zu optimieren und zu steuern. Ein wichtiger Aspekt des Kurses sind hybride Methoden, die modellbasierte und modellfreie Ansätze kombinieren. Die Studierenden werden untersuchen, wie diese hybriden Methoden die Lücke zwischen theoretischen Modellen und realen Anwendungen überbrücken, was es ermöglicht, komplexe Systeme mit größerer Genauigkeit und Effizienz zu entwerfen und zu steuern. Abschließend werden die Studierenden lernen, wie man maschinelle Lernmodelle auf neuromorpher Hardware (wie spezialisierte Chips und hirnähnliche Netzwerke) implementiert, um Effizienz, Anpassungsfähigkeit und Echtzeitverarbeitung zu verbessern. Der Fokus liegt darauf, neuromorphe Systeme für Ingenieuraufgaben zu nutzen, insbesondere in der Fertigungsautomatisierung und in intelligenten Fertigungssystemen, in denen energieeffizientes, skalierbares und schnelles Entscheiden entscheidend ist. Interdisziplinarität: Der interdisziplinäre Charakter des Kurses "Wissenschaftliches Machine Learning und Reinforcement Learning" ist eine seiner größten Stärken. Durch die Kombination von Wissen aus Maschinenbau, Informatik, Physik und Elektrotechnik vermittelt der Kurs den Studierenden ein fundiertes Verständnis dafür, wie maschinelles Lernen auf komplexe, reale Systeme angewendet werden kann. Dieser interdisziplinäre Ansatz ermöglicht es den Studierenden, vielschichtige Probleme in Maschinenbau, Robotik, Fertigung, intelligenten Systemen und autonomen Technologien anzugehen – Bereichen, die ein integriertes Verständnis von physikalischen Prinzipien, Rechenmethoden und ingenieurtechnischen Praktiken erfordern. Die Fähigkeit, Konzepte aus verschiedenen Bereichen zu kombinieren, ermöglicht es den Studierenden, innovative Lösungen zu entwickeln, die innerhalb der Grenzen einer einzelnen Disziplin nicht möglich wären, und bereitet sie darauf vor, die komplexen Herausforderungen der modernen Industrie und Forschung zu meistern.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Computerkenntnisse, einschließlich Programmierung in Python, Arbeiten mit Jupyter Notebooks und Installation sowie Nutzung relevanter Softwarebibliotheken.

Grundkenntnisse in Mechanik, Mathematik (Lineare Algebra, Analysis, Differentialgleichungen), Numerische Methoden sowie Wahrscheinlichkeit und Statistik sind von Vorteil.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Format: Vorlesung mit fortgeschrittenen Übungen
- Methoden: Interaktive Diskussionen, praktische Programmierübungen, Fallstudien und ein projektbasiertes Abschlussprojekt mit realen ingenieurtechnischen Problemen und Datensätzen

- eine projektorientierte Abschlussarbeit
- Leistungsbewertung: Kontinuierliche Bewertung, einschließlich:
 - Programmierübungen in Jupyter Notebook
 - Multiple-Choice-Tests
 - Projektorientiertes Abschlussprojekt
 - Schriftliche Abschlussprüfung

Ethik, Diversität und gesellschaftliche Verantwortung

Dieser Kurs legt den Fokus nicht nur auf die technische Beherrschung von Scientific Machine Learning und Reinforcement Learning für mechanische Systeme, sondern auch auf die ethischen, gesellschaftlichen und diversitätsbezogenen Aspekte ingenieurtechnischer Gestaltung. Die Studierenden untersuchen, wie Sci-ML/RL-Modelle und automatisierte Steuerungsstrategien Sicherheit, Fairness und Zugänglichkeit in realen Anwendungen beeinflussen können, einschließlich der Frage, wie Designentscheidungen unterschiedliche Nutzergruppen unterschiedlich betreffen. Durch Fallstudien, Projektarbeit und geführte Reflexionen analysieren die Studierenden Themen wie algorithmische Verzerrungen, verantwortungsvollen Einsatz von KI und inklusives Systemdesign. Indem diese Überlegungen direkt in technische Projekte integriert werden, fördert der Kurs gesellschaftlich verantwortungsbewusstes, ethisch reflektiertes und diversitätssensibles Ingenieurwesen im Einklang mit dem Engagement der TU Wien für verantwortungsvolle Technologie und inklusive Bildung.

Gendersensible Lehre wird von allen Lehrenden praktiziert und Diversität wird durch Anstreben eines ausbalancierten Lehrenden-Teams im Modul vorgelebt.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/4,0 VU Scientific Machine and Reinforcement Learning for Engineers

Strömungsmechanik 2

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

- Vermittlung erweiterter fachlicher und methodischer Kenntnisse im Fach Strömungsmechanik
- Vermittlung eines tieferen physikalischen Verständnisses wichtiger Strömungsvorgänge
- Vermittlung von mathematischen Ansätzen zur Lösung wichtiger Klassen von Strömungsproblemen

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- erweiterte fachliche und methodische Kenntnisse im Fach Strömungsmechanik strukturiert darzustellen und Strömungsvorgänge verständlich zu erklären.
- mathematische Ansätze zur Lösung wichtiger Klassen von Strömungsproblemen sicher anzuwenden und die Entdimensionalisierung der Bilanzgleichungen methodisch durchzuführen.
- wesentliche Konzepte der Schmiertheorie sowie Wirbelstärke, Stromlinien und Wirbeltransport verständlich zu erklären und Turbulenzphänomene prägnant zu beschreiben.
- Potentialströmungen strukturiert darzustellen.
- den Widerstand schlanker Körper rechnerisch zu berechnen und
- das d'Alembertsche Paradoxon prägnant zu erläutern.
- die Blasiuslösung strukturiert darzustellen.
- Grenzschichten systematisch zu unterscheiden und
- Ablöseprozesse anschaulich zu erklären.
- die RANS-Gleichungen übersichtlich darzustellen, Ansätze zur Modellierung der Reynoldsspannungen verständlich zu erklären und
- das Wandgesetz für turbulente Rohrströmungen zielgerichtet anzuwenden.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Übungsbeispiele selbstständig, nachvollziehbar und reproduzierbar zu lösen.
- die eigenen Gedankengänge und Berechnungen adressatengerecht zu formulieren und
- Arbeitsfortschritte und Feedback aus Übungen konstruktiv mit Peers, zum Beispiel bei Partner- und Gruppenarbeiten, zu diskutieren.
- Beobachtete Fehlerquellen in Lösungen systematisch zu untersuchen.
- Inhalte, zum Beispiel theoretische Grundlagen, prägnant zusammenzufassen.
- die Prüfungsvorbereitung mit Zeit- und Ressourcenbezug zielgerichtet zu planen und Rechenbeispiele und Theoriefragen in schriftlichen Prüfungen strukturiert zu bearbeiten.

Inhalt:

- Entdimensionalisierung der Bilanzgleichungen, schleichende Strömung (Stokesproblem)
- Schmiertheorie, Wirbelstärke, Stromlinien und Wirbeltransportgleichung
- Potentialströmungen, Widerstand eines schlanken Körpers, d'Alembertsches Paradoxon
- Blasiuslösung, Ablösung und Klassifizierung von Grenzschichten, Turbulenzphänomene, Reynoldsgemittelte Navier-Stokes Gleichungen, Modellierung der Reynoldsspannungen und das Wandgesetz (turbulente Rohrströmung)

Erwartete Vorkenntnisse:

Vektoranalysis, Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher, Kurven- und Oberflächenintegrale, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Grundlagen kompressibler und inkompressibler sowie reibungsfreier und reibungsbehafteter Strömungen, Euler- und Navier-Stokes-Gleichung, Verdichtungsstoß.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und Anwendungen der oben genannten Kapitel. Schriftliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen. Leistungskontrolle durch regelmäßige Hausübungen, Tafelleistung, Tests möglich.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/4,0 VU Strömungsmechanik 2

Struktursimulation

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:*Fachkompetenzen:*

Nach positiver Absolvierung der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage

- klassische Näherungsverfahren auf elastische Strukturprobleme anzuwenden.
- die Wahl zwischen Balken-, Platten- und 2D-Kontinuumsmodellen für eine spezifische Problemstellung zu begründen.
- die Qualität und Eignung von Finite Elemente Netzen für 2D- und 3D-Strukturanalysen zu beurteilen.
- numerische Probleme wie Locking, Hourglassing oder unzureichende Approximationsordnung zu analysieren.
- den statischen Festigkeitsnachweis von Bauteilen durch Analyse des Spannungszustands einschließlich Spannungskonzentration durchzuführen.
- einfache Kontakt- und Pressungsprobleme numerisch zu modellieren.
- einfache Simulationen in ABAQUS durchzuführen und mit analytischen Ergebnissen zu vergleichen.
- Simulationsergebnisse hinsichtlich Genauigkeit und physikalischer Plausibilität zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage

- technische Problemstellungen selbständig zu analysieren und geeignete Lösungswege auszuwählen.
- Simulationsergebnisse klar zu kommunizieren.
- Simulationsergebnisse kritisch zu hinterfragen und begründete Entscheidungen für weitere Analyseschritte zu treffen.
- digitale Werkzeuge zur Simulation eigenständig zu nutzen und den Arbeitsprozess effizient zu organisieren.

Inhalt:

- Finite Differenzen für partielle Differentialgleichungen: Prandtl'sche Spannungsfunktion im Torsionsproblem; Biegung elastischer Platten; Längs- und Biegeschwingungen eines Stabes.
- FEM in 1D: Längsdehnung eines Stabes, Statik und Schwingungen. Lineare und quadratische Ansätze; Freiheitsgrade von Knoten, Elementen und gesamten Modell; konsistente Knotenlasten; Elementsteifigkeitsmatrix und globale Steifigkeitsmatrix; Lokale Koordinaten und Gauß'sche Integration, Konvergenzverhalten. Vergleich zum Ritz'schen Verfahren mit globalem Ansatz.
- Balkenbiegung: Bernoulli-Euler und Timoshenko (schubweich). Locking, reduzierte Integration, Hourglassing, „spurious vibration modes“.
- 2D Elemente: Dreiecke, Vierecke, lineare und quadratische Ansätze; isoparametrisches Konzept, Jacobi Matrix. Assemblierung globaler Steifigkeitsmatrix. Spannungsauswertung und Spannungsanalyse.
- Netzerzeugung und Netzqualität. Importierte Netze.
- Spannungskonzentration: Problem von Kirsch. Netzverfeinerung.
- Einfache Kontaktmodellierung. Hertz'sche Pressung in 2D und 3D.
- Grundzüge der Modalanalyse und Modellordnungsreduktion.
- Große Verformungen von Balken. Transiente Dynamik und Zeitintegration.
- Einführung in ABAQUS: Umgang mit Programmpaket. Grafische Benutzeroberfläche, einzelne Module. Vorbereitung der Simulation, Start der Analyse, Post-Processing.
- Einfache Beispielp Probleme in ABAQUS. Illustration der theoretischen Erkenntnisse.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundzüge der Elastizitätstheorie und Strukturmechanik. Abgeschlossene LVAs „Mechanik 1“ sowie „Mechanik 2“ sind Mindestanforderung. Abschluss der Module „Mechanik 3“ sowie „Numerische Methoden in den Ingenieurwissenschaften“ wird ebenso dringend empfohlen. Kenntnisse aus der VU „Höhere Festigkeitslehre“ wären von Vorteil.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/4,0 VU Struktursimulation

Technology Entrepreneurship

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Das Modul "Technology Entrepreneurship" vermittelt umfassende Kenntnisse darüber, wie technologische Entwicklungen und technologiebasierte Innovationen in erfolgreiche Geschäftsprojekte umgewandelt werden können. Das Modul verbindet die Bereiche Ingenieurwesen und Management, indem es technologiebasiertes Entrepreneurship auf zwei Ebenen untersucht: Auf der einen Seite wissenschaftlich-theoretisch und auf der anderen praktisch. Die wichtigsten Konzepte (opportunity, effectuation, Technologiemanagement und -lebenszyklus, technologiebasierte Geschäftsmodelle, geistiges Eigentum etc.) werden in der Vorlesung basierend auf der grundlegenden Literatur behandelt. Im Übungskurs werden diese Inhalte in praktischen Projekten in Gruppen, dem 'disciplined entrepreneurship' Ansatz folgend, angewandt.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die theoretische Grundlage und die Kernkonzepte des technologiebasierten Entrepreneurship zu beschreiben.
- technologische Trends zu analysieren und unternehmerische Chancen zu identifizieren.
- die Rolle des geistigen Eigentums als Wettbewerbsvorteil eines technologiebasierten Start-Ups zu bewerten.
- den Ansatz des disziplinierten unternehmerischen Engagements anzuwenden, um eine Geschäftsidee systematisch zu entwickeln.
- die Unterschiede zwischen den Konzepten von Entdeckung und Schöpfung im Unternehmertum kritisch zu diskutieren.
- die Integration technischer Produktentwicklung und marktorientierter Geschäftsmodellentwicklung in kohärente Venture-Strategien zu entwickeln.
- Alternative Theorien und Konzepte zu vergleichen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Ideen auf Basis von Feedback zu entwickeln und zu verfeinern sowie Teamarbeit in Gruppen zu organisieren.

- konstruktives Feedback professionell zu geben und zu erhalten.
- Aufgaben in Projekten mit Beratung von Praktikern zu planen und durchzuführen.

Inhalt:

Vorlesung Technology Entrepreneurship:

Die Vorlesung des Moduls konzentriert sich auf die 'Warum'- und 'Was'-Fragen des Technologiemanagements, also die grundlegenden Theorien und Konzepte (discovery vs. creation), empirische Belege für Start-Up-Praxis und Erfolg sowie technologische Entwicklung und strategisches Technologiemanagement (IP, Ökosysteme, Finanzierung usw.).

Übung Technology Entrepreneurship:

Die Übung des Moduls konzentriert sich darauf, wie unternehmerische Vorhaben umgesetzt werden können. Die Teilnehmer werden in den ‚disciplined entrepreneurship‘ Ansatz eingeführt und wenden diesen – von der ersten Idee bis zum validierten Marktangebot – in Studierendenteams in einem praktischen Projekt an.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse in Innovation, Management, Unternehmensführung, Finanzen, Personalmanagement und Führung.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Grundkenntnisse über Technologiemanagement und technologiebasiertes Entrepreneurship werden durch Vorlesungen und Literatur vermittelt. Technologiebasierte Ideenfindung und unternehmerische Fähigkeiten werden auf Basis praktischer Projekte entwickelt. Soziale Fähigkeiten werden durch Teamarbeit sowie durch Coaching und Feedback vertieft.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Technology Entrepreneurship

2,0/2,0 UE Technology Entrepreneurship

Thermodynamik 2

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Das Modul hat das Ziel, den Studierenden, die sich in Energietechnik und Verbrennungskraftmaschinen vertiefen, optimale thermodynamische Grundlagen anzubieten.

Das Modul vermittelt: Kenntnis über die für die Energietechnik wichtigen Grundlagen der Mehrstoffthermodynamik aufbauend auf den Pflichtmodulen über Thermodynamik sowie über wichtige angewandte thermodynamische Problemstellungen. Fähigkeit zum Erkennen und Lösen von anspruchsvollen thermodynamischen Problemstellungen. Eigenständiges Lösen von Aufgabenstellungen mit thermodynamischen Randbedingungen. Vertieftes Verständnis der wichtigsten energietechnischen, ökologischen und energiewirtschaftlichen Randbedingungen für unsere Gesellschaft.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- optimale thermodynamische Grundlagen für Energietechnik und Verbrennungskraftmaschinen prägnant darzustellen.
- für die Energietechnik wichtige Grundlagen der Mehrstoffthermodynamik sowie deren Anwendung auf thermodynamische Problemstellungen nachvollziehbar zu erklären.
- anspruchsvolle thermodynamische Problemstellungen sicher zu unterscheiden.
- und zielgerichtet zu lösen.
- Aufgabenstellungen mit thermodynamischen Randbedingungen eigenständig zu lösen.
- energietechnische, ökologische und energiewirtschaftliche Randbedingungen im gesellschaftlichen Kontext strukturiert zu erläutern.
- verallgemeinerte Zustandsgleichungen für Mehrstoffsysteme fachgerecht zu beschreiben.
- Membran-Gleichgewichte im Kontext der Thermodynamik verständlich darzustellen.
- Reaktionskinetische Konzepte auf problembezogene Fragestellungen zielgerichtet anzuwenden.
- zentrale Aspekte energietechnischer, ökologischer und energiewirtschaftlicher Randbedingungen für unsere Gesellschaft zu benennen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Selbständig komplexe Problemstellungen zu strukturieren und Lösungsansätze zu präsentieren.
- im Rahmen von Partner- und Gruppenarbeiten sowie Peer Feedback zu vergleichen.
- Komplexe Aufgabenstellungen sowohl eigenständig als auch in Gruppen zu bearbeiten.
- Rollen, Verantwortlichkeiten und Kommunikationsregeln im Team klar zu formulieren.
- konstruktives Peer-Feedback wertschätzend zu diskutieren.

Inhalt:

Höhere Thermodynamik und Thermochemie:

- Verallgemeinerte Zustandsgleichungen für Mehrstoff-Mischungen,
- Thermodynamisches Gleichgewicht in Mehrstoffsystemen,
- Chemisches Gleichgewicht,
- Membran-Gleichgewicht,
- Reaktionskinetik.

Angewandte Thermodynamik 2:

- thermodynamische Beschreibung von thermischen Stofftrennprozessen,
- Übersicht über moderne CCS-Prozesse,
- Luftzerlegung,
- Vergasung und IGCC-Prozess,
- Meerwasserentsalzung,
- Kraft-Prozess
- ETES, LAES

Erwartete Vorkenntnisse:

Solide Beherrschung der Grundrechnungsarten, Differential-, Integralrechnung, sowie der physikalischen Größen und SI-Einheiten, Stöchiometrie bei chemischen Gleichungen. Fähigkeit mit Newtonscher Mechanik, Kräftegleichgewichten, mechanischer Arbeit im Rahmen einfacher Beispiele umzugehen. Kenntnisse über Theorie und Anwendung im Rahmen von Beispielen von Zustandsgleichungen, 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik, thermodynamische Kreisprozesse, Exergiebegriff, Mehrstoffsysteme, thermodynamische Prozesse in technischen Anwendungen, Grundlagen des Wärmeaustausches.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die Lehrveranstaltungen bestehen aus einem Vortrag über die theoretischen Grundlagen sowie dem Vorrechnen von Übungsbeispielen. Absolvierung von Hausübungen. Für die Leistungsbeurteilung können die Absolvierung von Hausübungen sowie eine schriftliche Prüfung und Tests jeweils mit Rechenbeispielen und Theoriefragen herangezogen werden. Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Thermodynamik in der Energietechnik
 2,0/2,0 UE Thermodynamik in der Energietechnik

Venture Financing and Sustainability Management

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Die Lehrveranstaltungen des Moduls vermitteln einerseits die Grundlagen der Finanzierung von Startups und von Jungen Unternehmen und andererseits die Grundlagen des Nachhaltigkeitsmanagements. Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen entwickeln ein Verständnis der Probleme, die bei der Finanzierung von neuen und jungen Unternehmen auftreten. Sie verstehen, welche Informationen potentielle Investoren und Investorinnen benötigen, um eine Investitionsentscheidung treffen zu können und wie unterschiedliche Finanzierungsformen geeignet sind, Informationsasymmetrien und Unsicherheiten zu begegnen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, ökologische und soziale Nachhaltigkeitsaspekte in ihre Planungen und Entscheidungen zu integrieren, um einerseits den steigenden Rechenschaftsanforderungen seitens Stakeholder-Gruppen gerecht zu werden und andererseits das verbundene (ökonomische) Chancenpotential zu realisieren.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Probleme, die bei der Finanzierung von neuen und jungen Unternehmen durch asymmetrische Information zwischen Unternehmensgründern und Unternehmensgründerinnen auf der einen Seite und Investoren und Investorinnen auf der anderen Seite entstehen, zu erläutern (Agency Theory).
- den Einfluss der Kapitalstruktur auf die finanziell nachhaltige Entwicklung eines Unternehmens zu quantifizieren und den Einfluss auf die Finanzierungskosten (kurz- mittel- und langfristig) zu berechnen.
- das Unternehmensrisiko in den Einfluss von unterschiedlichen Risikofaktoren zu zerlegen und das Marktrisiko sowie das idiosynkratische Risiko zu bestimmen.
- aus den Jahresabschlüssen und Finanzmarktdaten vergleichbarer Unternehmen mit Hilfe von Benchmarking Kapitalkosten für ein neues Unternehmen abzuschätzen.
- die Geschäfts- und Investitionsmodelle von Venture-Capital Fonds und die Implikationen von Venture-Capital Finanzierung auf die Entwicklung eines jungen Unternehmens zu erläutern.
- die verschiedenen Begrifflichkeiten und betrachteten Aspekte im Zusammenhang mit dem modernen Nachhaltigkeitsverständnis zu erklären.
- die Nachhaltigkeitsleistung von Unternehmen unter der Perspektive der „doppelten Wesentlichkeit“ zu beurteilen.
- die wichtigsten Regularien zur Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen in der EU zu verstehen.
- Nachhaltigkeitsziele in die Unternehmenssteuerung zu integrieren und in Folge zu steuern.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Aufgaben in Einzel- und Teamarbeit kooperativ zu lösen.
- komplexe Inhalte adressatengerecht zu präsentieren.
- Instrumente für Planungs- und Steuerungsaufgaben im Finanz- und Nachhaltigkeitsmanagement präzise und zunehmend eigenständig anzuwenden. Rechenwege und Lösungsansätze kritisch-konstruktiv im Rahmen von Peer Feedback zu diskutieren.

Inhalt:

Venture Financing

- Grundlagen der Bewertung eines Unternehmenskonzepts
- Der LifeCycle vom neu gegründeten Unternehmen zum Börsengang bzw. zum Trade Sale.
- Kommunikation mit Investoren und Investorinnen / Unterlagen für einen erfolgreichen ‚Pitch‘.
- Konzept des Economic Profit und die Anreizwirkung von Verträgen zur Management-Kompensation.
- Auswirkung von Kapitalstruktur und Eigentümerstruktur auf die Unternehmensentwicklung in unterschiedlichen Phasen der LifeCycle des Unternehmens.
- Venture-Capital Finanzierung, milestone-orientiertes Management und die pfadabhängige Dynamik von Kontrollrechten im jungen Unternehmen.

Sustainability Management

- Grundlagen der zunehmenden Bedeutung von Nachhaltigkeit in der Unternehmensführung
- Begrifflichkeiten, Konzepte und Elemente des modernen Nachhaltigkeitsverständnisses
- Grundsatz der doppelten Wesentlichkeit
- Wichtigste Regularien in der EU zur Nachhaltigkeit(sberichterstattung)
- Erstellung und Analyse von Nachhaltigkeitsberichten
- Integration von Nachhaltigkeit in die Unternehmenssteuerung (PDCA-Kreislauf)

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse der Betriebs- und Unternehmensführung, Kenntnisse in Investition und Finanzierung, Kenntnisse im (externen und internen) Rechnungswesen

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung der-selben an konkreten Beispielen. Schriftliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen vor Übungsbeispielen. Permanente Leistungskontrolle durch regelmäßige Hausübungen und Tests.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,5/2,0 VU Venture Financing

2,5/2,0 VU Sustainability Management

Wärmeübertragung

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden können Massen-, Impuls, und Energiebilanz auf Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Strömungsmechanik und des Wärmeüberganges anwenden und daraus die bestimmenden Gleichungen herleiten. Sie können Prozesse des Wärmeüberganges aufgrund von Wärmeleitung, erzwungener und natürlicher Konvektion, sowie Strahlung und auch Prozesse mit Phasenübergang analysieren und berechnen.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Begriffe wie Temperatur, Wärme, innere Energie, Phase, Wärmestromdichte zu definieren.
- Kontrollvolumina auf Strömungs- und Temperaturfelder anzuwenden, die richtigen Randbedingungen zu wählen und damit die Grundgleichungen herzuleiten.
- zu beurteilen, ob Dissipation in der Beschreibung von Prozessen berücksichtigt werden muss.
- einfache laminare Schichtenströmungen vollständig zu berechnen, daraus auf die charakteristischen Kennzahlen zu schließen und diese auf ähnliche Probleme anzuwenden.
- zwischen natürlicher und erzwungener Konvektion zu unterscheiden.
- Unterschiede in Strömung und Wärmeübergang um schlanke und stumpfe Körper zu erklären.
- Kaminströmung, Auftriebsfreistrahlen und Grenzschichten zu erkennen, die Boussinesq-Approximation darauf anzuwenden und den Wärmeübergang zu berechnen.
- zwischen laminaren und turbulenten Strömungen zu unterscheiden, deren große Unterschiede zu erklären und den Wärmeübergang an turbulenten Grenzschichten und der turbulenten Rohrströmung zu bestimmen.
- die verschiedenen Instabilitätsmechanismen in der Rayleigh-Bénard Konvektion zu unterscheiden.
- Schmelz- oder Verdampfungsenthalpie bei Phasenübergängen zu berücksichtigen und damit ein-dimensionale Erstarrungsvorgänge oder den Nußeltschen Wasserfilm zu berechnen.

- Strahlungsfelder und Strahlungsaustausch mit Hilfe von Strahlungsintensität, Absorptions- und Emmissionsvermögen sowie deren spektralen Eigenschaften zu beschreiben und zu berechnen.
- die Möglichkeit physikalischer Vorgänge aufgrund ihrer Entropiebilanz zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Herleitungen, Annahmen und Randbedingungen nachvollziehbar zu erläutern.
- Ergebnisse adressatengerecht und fachsprachlich korrekt zu präsentieren
- selbstständig komplexe Problemstellungen zu strukturieren,
- geeignete Lernstrategien zu wählen.

Inhalt:

Thermodynamische Grundlagen, Wärmeleitung, Kopplung el. Strom – Wärmestrom, Dimensionsanalyse, Dissipation; Erzwungene Konvektion: Laminare Schichtenströmungen, turbulente Rohrströmung, laminare, turbulente und kompressible Grenzschichten, Wärmeübergang an schlanken und an stumpfen Körpern; Natürliche Konvektion: Kaminströmung, Boussinesq-Approximation, Grenzschicht an der vertikalen Wand, Auftriebsfreistrahlen, Rayleigh-Bénard Konvektion; Ein-dimensionale Erstarrungsvorgänge, Kondensation, Nußeltscher Wasserfilm; Strahlung: Schwarzer Körper, Strahlungsaustausch zwischen Wänden, Strahlungsgesetze; Entropiebilanz.

Erwartete Vorkenntnisse:

Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Grundlagen der Thermodynamik, Grundkenntnisse in Strömungsmechanik.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Theoretische Inhalte werden durch Vortrag vermittelt und anhand geeigneter Beispiele vertieft. Die Vorlesungsübung wird durch schriftliche Tests beurteilt.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/3,0 VU Wärmeübertragung

Werkstofftechnologie

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

Die Studierenden erwerben die erforderlichen Kenntnisse zur Beeinflussung von Werkstoffeigenschaften durch technologische Prozesse, wie zum Beispiel Wärmebehandlung

und thermisch-mechanische Behandlung. Sie kennen die grundlegenden Herstellungsverfahren für metallische Legierungen, wie zum Beispiel Gießen, Walzen oder Ziehen/Kaltverformung. Sie erwerben Praxis im anwendungsorientierten Einsatz des Gelernten und sind zum eigenständigen Erarbeiten des Verständnisses in materialrelevanten Fragestellungen der Ingenieurwissenschaften befähigt.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- technologische Prozesse und thermisch-mechanische Behandlungen zur gezielten Beeinflussung von Werkstoffeigenschaften sachgerecht anzuwenden.
- grundlegende Herstellungsverfahren für metallische Legierungen prägnant zu beschreiben.
- anwendungsorientierte materialrelevante Fragestellungen in den Ingenieurwissenschaften eigenständig und methodisch fundiert zu bearbeiten.
- die Entstehung und Bedeutung der Mikrostruktur von Werkstoffen für den Werkstoffeinsatz verständlich zu erklären.
- werkstoffkundliche Vorgänge bei der thermischen und mechanischen Werkstoffverarbeitung strukturiert darzustellen.
- Prozessketten typischer Herstellverfahren von der Rohstoffgewinnung bis zum Einstellen der mechanisch-technologischen Eigenschaften des Endprodukts übersichtlich darzustellen.
- typische konstruktive Werkstoffe und Werkstoffgruppen mit ihren Einsatzgebieten systematisch zu kategorisieren.
- relevante Werkstoffprüfverfahren (z. B. ZTU/Jominy, DMA, DSC, Keramikbiegeversuch) fachgerecht durchzuführen.
- Grundlagen und Verfahren der Rohstoffgewinnung prägnant zu beschreiben.
- Werkstoffprüfprotokolle und Messergebnisse klar zu formulieren.
- Rechenbeispiele und Theoriefragen in schriftlichen und mündlichen Prüfungen strukturiert, sowohl eigenständig als auch in Partner- und Gruppenarbeiten, zu bearbeiten.
- Messdaten, Protokolle und Testergebnisse auf Plausibilität und Konsistenz systematisch zu untersuchen.
- Alternativen von Vorgehensweisen in Versuchsdurchführung und Auswertung anhand vorgegebener Kriterien zu vergleichen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Inhalte aus Vorträgen und Beispielillustrationen prägnant zusammenzufassen.
- Teamrollen, Kommunikationswege und Abstimmungsregeln im Labor und in Übungen kooperativ und transparent in der Kommunikation mit Peers zu formulieren.
- Arbeits- und Lernprozesse mit Zeit-, Ressourcen- und Qualitätsbezug zielgerichtet zu planen.
- Peer-Feedback zu Lösungen und Berichten konstruktiv zu diskutieren.

Inhalt:

- Entstehung und Bedeutung der Mikrostruktur von Werkstoffen für den Werkstoff-einsatz
- Werkstoffkundliche Vorgänge bei der Werkstoffverarbeitung (thermisch, mechanisch, etc.)
- Typische Herstellverfahren für Strukturwerkstoffe von der Rohstoffgewinnung bis zum Einstellen der mechanisch-technologischen Eigenschaften des Endprodukts
- Typische konstruktive Werkstoffe/Werkstoffgruppen und deren Einsatzgebiete in ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen
- Werkstoffprüfung: ZTU/Jominy, Gefüge von Kunststoffen (DMA, DSC+Erstarrung), Keramikbiegeversuch
- Rohstoffgewinnung

Erwartete Vorkenntnisse:

Werkstoffübergreifende Kenntnisse des Aufbaus der Materialien und deren Beeinflussung durch die Verarbeitung. Einfluss der Zusammensetzung, Herstellungsverfahren und Weiterverarbeitung auf die Eigenschaftsprofile der Ingenieurwerkstoffe.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Positive Absolvierung der StEOP.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an (ingenieurwissenschaftlichen) Beispielen. Laborübungen zur Werkstoffprüfung. Leistungskontrolle durch schriftliche und/oder mündliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Tests und Protokolle zu den Übungsteilen. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen. Leistungskontrolle durch regelmäßige Hausübungen, Tafelleistung, Tests möglich.

Die Lehre im Modul orientiert sich an gendersensiblen und inklusiven Grundsätzen, z. B. durch inklusive Sprache und die Berücksichtigung vielfältiger Perspektiven. Aspekte gendersensibler Lehre werden dabei nach Möglichkeit berücksichtigt und stehen im Einklang mit den strategischen Zielsetzungen der TU Wien im Bereich Diversität und Gleichstellung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/1,5 VO Werkstofftechnik der Stähle

2,0/1,5 VO Ingenieurwerkstoffe

1,0/1,0 LU Werkstoffprüfung 2

Modulgruppe Vertiefungsmodule

Additive Manufacturing and Biomaterials

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Das Modul informiert über wichtige Verfahren der Kunststofftechnik und befasst sich mit den wichtigsten Entwicklungen bei der Granulat-, Halbzeug- und Fertigprodukt-herstellung. Eigenständiges Arbeiten auf dem Gebiet der Werkstoff-verarbeitung und Werkstoffcharakterisierung. Vertiefung in ausgewählte Kapitel der Werkstoffwissenschaften. Literatur- und Patentrecherchen zu aktuellen Themen der am Institut bearbeiteten Forschungsgebiete. Kenntnis der grundlegenden additiven Fertigungsverfahren. Theoretische Kenntnisse und praktische Erfahrungen mit 3D-Druckern. Lösen von Designaufgaben. Verstehen der Designprinzipien und mechanischen Optimierungsstrategien ausgewählter biologischer Materialien. Übernahme von Designprinzipien aus der Natur. Vermittlung von Kenntnissen über den Einsatz von Werkstoffen in der Medizin. Kenntnisse zum Design und zur Systemintegration mechatronischer Systeme in Robotik-Anwendungen.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Prozesse der Werkstoffverarbeitung und der Werkstoffcharakterisierung eigenständig durchzuführen.
- ausgewählte Kapitel der Werkstoffwissenschaften kritisch zu analysieren.
- Literatur- und Patentrecherchen zu aktuellen Themen der am Institut bearbeiteten Forschungsgebiete durchzuführen.
- grundlegende additive Fertigungsverfahren zu benennen.
- Designaufgaben zu lösen.
- die Designprinzipien und mechanischen Optimierungsstrategien ausgewählter biologischer Materialien zu erklären.
- Designprinzipien aus der Natur auf technische Lösungen zu übertragen.
- den Einsatz von Werkstoffen in der Medizin zu beschreiben
- eine Verbindung zwischen biologischen Anforderungen und den Möglichkeiten technischer Fertigungsverfahren herzustellen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der genannten Kapitel in einem Vortrag zu präsentieren.
- entworfene Bauteile mit generativen Fertigungsverfahren zu konstruieren.
- ein ausgewähltes Thema in Form einer Literaturarbeit nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.

- die Ergebnisse der Literaturarbeit am Ende der Lehrveranstaltung zu präsentieren.
- theoretische Kenntnisse im Rahmen von Projektarbeiten in experimentelle Ergebnisse umzusetzen.

Inhalt:

- Die derzeit kommerziell verfügbaren additiven Fertigungsverfahren werden kurz vorgestellt. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren werden beschrieben. Anhand von praktischen Fallbeispielen werden Probleme hinsichtlich werkstofflicher und geometrischer Anforderungen diskutiert und Lösungen erarbeitet. Additive Fertigung ist im industriellen Umfeld mittlerweile ein Standardwerkzeug für die Produktentwicklung geworden. Neben industriell eingesetzten Verfahren wird auch auf momentan in Entwicklung befindliche Techniken eingegangen.
- Grundelemente von biologischen Materialien, mechanische Konzepte in Biomaterialien, Hochleistungsfasern, weiche Gewebe, Bioklebstoff, Material-design mit Fasern, Biokeramiken, hierarchisches Design, intelligente Werkstoffe, biomimetische und bioinspirierte Materialien.
- Biokompatible Werkstoffe und Bauweisen, Methoden zur Bestimmung der Biokompatibilität, biokompatible organische und anorganische Werkstoffe, Implantate für den Bewegungsapparat, Wundverbände und Nahtmaterialien, Gefäßimplantate, kontrollierte therapeutische Systeme, Werkstoffe in der Zahnmedizin.
- Design komplexer mechatronischer Systeme und Umsetzung derselben in funktionierende Hard- und Software in Form von Projektarbeiten.

Erwartete Vorkenntnisse:

Werkstoffübergreifende Kenntnisse des Aufbaus der Materialien, der werkstoffkundlichen Begriffe und Kenngrößen (Basismodul). Mittelschulwissen Chemie und Physik. Überblick über die Vielfalt des Angebotes von Ingenieurwerkstoffen zur Realisierung technischer Produkte; Einfluss der Zusammensetzung, Herstellungsverfahren und Weiterverarbeitung auf die Eigenschaftsprofile technischer Werkstoffe.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A4 (Werkstoffe) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an (ingenieurwissenschaftlichen) Beispielen. Bearbeitung von Designaufgaben und Herstellung der entworfenen Bauteile mit additiven Fertigungsverfahren. Im Rahmen des Seminars ist ein ausgewähltes Thema in Form einer Literaturarbeit nach wiss. Methoden zu bearbeiten. Am Ende der Lehrveranstaltung findet eine Präsentation statt, bei der die Ergebnisse der Literaturarbeit vorgestellt werden sollen. Leistungsbeurteilung bei Vorlesungen erfolgt über mündliche bzw. schriftliche Prüfungen.

Die Lehre im Modul orientiert sich an gendersensiblen und inklusiven Grundsätzen, z. B. durch inklusive Sprache und die Berücksichtigung vielfältiger Perspektiven. Aspekte gendersensibler Lehre werden dabei nach Möglichkeit berücksichtigt und stehen im Einklang mit den strategischen Zielsetzungen der TU Wien im Bereich Diversität und Gleichstellung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/2,0 VU Additive Manufacturing Technologies
3,0/2,0 VO Biological Materials
3,0/2,0 VO Biocompatible materials
3,0/2,0 VU 3D Printing & Biofabrication
3,0/2,0 SE Werkstoffe für den Maschinenbau
3,0/2,0 PR Robo Fetz

Advanced Numerical Solid Mechanics

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die in den Inhalten vermittelten Methoden zur numerischen Behandlung von nicht-linearen Problemen der Festkörpermechanik zu erläutern.
- und diese auf konkrete Problemstellungen anzuwenden.
- die unterschiedlichen Methoden im Hinblick auf Ihre Limitationen sowie ihre Anwendbarkeit auf ein konkretes Problem zu analysieren und auszuwählen.
- die Auswahl der Methoden für die konkrete Problemstellung zu begründen und
- deren Anwendbarkeit anhand der erzielten Ergebnisse zu überprüfen.
- basierend auf den vermittelten Methoden weiterführende Finite Elemente Tools zu entwickeln und
- die entwickelten Tools zu validieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Arbeitsabläufe in Übungen und Projekten mit Zeit- und Ressourcenbezug sowohl eigenständig als auch kooperativ strukturiert zu planen.
- eigene Herleitungen, Annahmen und Lösungswege nachvollziehbar zusammenzufassen.
- komplexe Inhalte und Kernaussagen adressatengerecht zu präsentieren und diese

- in Partner- und Gruppenarbeiten mit denen der Peers zu vergleichen sowie
- Peer-Feedback zu Zwischenergebnissen und Darstellungen konstruktiv zu diskutieren.

Inhalt:

- Nichtlineare Kontinuumsmechanik
 - Lagrange'sche Beschreibung von Festkörpern
 - Verzerrungs- und Spannungsmaße im Rahmen von großen Verformungen
 - Erstellung der globalen und lokalen Gleichgewichtsbedingungen
 - Formulierung des 1. und 2. Hauptsatzes der Thermodynamik für Kontinua
- Nichtlineare und spezielle Finite Elemente Methoden
 - Isogeometrische Analyse
 - Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme
 - FEM für gekoppelte Feldprobleme
- Numerische Behandlung von Stabilitätsproblemen
 - Ermittlung der kritischen Belastung und des Nachbeulverhaltens
 - Imperfektionsempfindlichkeit
- Nichtlineare Materialmodellierung
 - Hyperelastizität, Viskoelastizität
 - Plastizität
 - Schädigung
 - Ermüdung
- Entwicklung von Finite Elemente Routinen
 - Machine Learning Ansätze
 - Implementierung von FEM Routinen

Erwartete Vorkenntnisse:

- Differential- und Integralrechnung, Variationsrechnung
- Grundlagen der Elastostatik und Festigkeitslehre
- Numerische Lösung von einfachen und partiellen Differentialgleichungen

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Einführung in die Finite Elemente Methode oder das Aufbaubau-modul Struktursimulation muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Gendersensible Lehre wird von allen Lehrenden praktiziert und Diversität wird durch Anstreben eines ausbalancierten Lehrenden-Teams im Modul vorgelebt.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VU Nonlinear Finite Element Methods
3,0/2,0 VU Fundamentals of Continuum Mechanics
2,0/2,0 VU Numerische Behandlung von Stabilitätsproblemen
2,0/2,0 VO Advanced Materials Modeling
2,0/2,0 SE Machine Learning in Engineering Applications
3,0/2,0 VO Structural Plasticity
4,0/3,0 VU Implementation of a Finite Element Program
5,0/4,0 VU Isogeometric Analysis
4,0/3,0 VU Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme I

Aerodynamik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Nach Absolvierung des Moduls festigen und vertiefen die Studierenden ihre grundlegenden Kenntnisse der Strömungsmechanik und erwerben grundlegende fachliche sowie methodische Kompetenzen in der Aerodynamik, Gasdynamik und Turbulenzforschung. Insbesondere entwickeln die Studierenden ein klares Verständnis aerodynamischer Phänomene bei inkompressiblen Außenströmungen und aerodynamischen Kräften sowie fundierte Kenntnisse der Grenzschichtströmungen, einschließlich viskos-inviskoser Wechselwirkungen und Strömungsablösung. Darüber hinaus erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse der kompressiblen Strömungen, einschließlich unter- und überschalliger Strömungsregime, Stoß- und Expansionswellen sowie deren Anwendungen. Zusätzlich sind die Studierenden in der Lage, turbulente Strömungen mithilfe statistischer Ansätze zu beschreiben, charakteristische Turbulenzskalen zu interpretieren und Scherströmungen – wie Rohrströmungen – sowie grundlegende Aspekte des laminar-turbulenten Übergangs zu analysieren. Aus rechnerischer Sicht lernen die Studierenden, aerodynamische Phänomene mithilfe numerischer Methoden zu analysieren, einschließlich der Panelmethode und integraler Verfahren zur Berechnung von Grenzschichten. Abschließend entwickeln die Studierenden im Rahmen von Seminararbeiten die Fähigkeit, wissenschaftliche Literatur im Bereich der Strömungsmechanik kritisch zu analysieren sowie Ergebnisse strukturiert und technisch fundiert zu präsentieren und zu diskutieren.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- indem sie wesentliche physikalische und geometrische Annahmen klar identifizieren, komplexe Problemstellungen der Strömungsmechanik zu analysieren.
- die grundlegenden Prinzipien der Beschreibung inkompressibler und kompressibler Strömungen sowie deren technische Anwendungen zu erläutern.

- den geeigneten Modellierungsansatz für ein gegebenes Strömungsregime auszuwählen und dessen Genauigkeit, Rechenaufwand und physikalische Relevanz zu bewerten.
- Strategien zur Verbesserung der aerodynamischen Leistungsfähigkeit zu entwickeln.
- Strömungsstrukturen anhand visueller, numerischer und experimenteller Daten zu untersuchen.
- verschiedene Turbulenzmodellierungsansätze kritisch zu vergleichen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- fachliche Fragestellungen in Übungen und Projektgruppen zielorientiert zu diskutieren.
- Rechenbeispiele und Theoriefragen strukturiert zu bearbeiten.
- Protokolle, Kurzberichte und Ergebniszusammenfassungen nachvollziehbar zu schreiben.
- verschiedene Lösungswege und Resultate systematisch zu vergleichen.
- Rechenwege, Annahmen und Ergebnisse kritisch zu prüfen.
- geeignete Darstellungs- und Kommunikationsmittel für Präsentationen begründet zu wählen.

Inhalt:

- Aerodynamische Kräfte und Momente
- Außenströmungen: Umströmung schlanker und stumpfer Körper sowie endlicher Tragflächen
- NACA-Profil und moderne Niedriggeschwindigkeitsprofile der NASA
- Lineare Theorie der unter- und überschalligen kompressiblen Strömung über Tragflächen
- Grundlagen der Hyperschallströmung
- Klassische Grenzschichttheorie nach Prandtl
- Grenzschichttheorie zweiter Ordnung
- Methode der angepassten asymptotischen Entwicklungen
- (Ähnlichkeits-)Lösungen der Grenzschichtgleichungen
- Theorie interagierender Grenzschichten (Triple-Deck-Theorie)
- Kompressible Navier–Stokes-Gleichungen und Thermodynamik der Bewegung, Schallgeschwindigkeit und Mach-Zahl
- Eindimensionale stationäre Strömungen: quasistationäre 1D-Strömungen mit Anwendungen auf konvergent-divergente Düsen, Fanno-Strömungen
- Eindimensionale instationäre Strömungen: Akustik, Wellengleichung, Charakteristikenmethode, Kolbenproblem
- Normale und schräge Stoßwellen
- Zweidimensionale stationäre Strömungen: Theorie kleiner Störungen, Expansionswellen

- Statistische Beschreibung und Skalen turbulenter Strömungen
- Gemittelte Strömungsgleichungen
- Scherströmungen (Rohr- und Kanalströmungen, angelegte Grenzschichten, freie Scherströmungen)
- Grundlagen der Turbulenzmodellierung
- Potentialströmungen
- Dünnprofiltheorie
- Panelmethoden
- Integrale Methoden zur Berechnung von Grenzschichten

Alle Themen werden durch Beispiele und Übungen vermittelt.

Erwartete Vorkenntnisse: Keine.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Strömungsmechanik 2 muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/3,0 VU Aerodynamik
 3,0/2,0 VO Grenzschichttheorie
 5,0/3,0 VU Gasdynamik
 3,0/2,0 VO Turbulente Strömungen
 5,0/3,0 VU Computational Aerodynamics
 3,0/2,0 SE Seminar Strömungsmechanik

Die Lehrveranstaltungen sind so zu wählen, dass für das gesamte Modul ein Ausmaß von mindestens 14 ECTS erreicht wird.

Apparate- und Anlagenbau

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- ingenieurwissenschaftliche Grundlagen für Konstruktion, festigkeitstechnische Auslegung, Auswahl und Betrieb von Druckbehältern, Rohrleitungen und Armaturen anzuwenden.
- Ausführung von Druckbehältern, Rohrleitungen und Armaturen sowie deren Integration in verfahrenstechnische Anlagen zu beurteilen.

- festigkeitstechnische Berechnungen von Druckgeräten durchzuführen.
- Druckgeräte konstruktiv nach Vorgaben zu konzipieren und zu konstruieren.
- für Festigkeitsprobleme, die nicht durch gängige Berechnungsvorschriften abgedeckt sind, geeignete fortschrittliche Methoden zusammenzustellen und anzuwenden.
- ausgewählte Gesetze und Regelwerke im Druckgerätebereich anzuwenden.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- sicherheitsrelevante Entscheidungen faktenbasiert zu begründen.
- regulatorische Vorgaben in der Druckgerätetechnik korrekt anzuwenden.
- persönliche Arbeitsprozesse für Berechnung und Konstruktion eigenständig zu organisieren.
- Aufgaben im Zuge der Konstruktion und Berechnung von sicherheitsrelevanten Komponenten entsprechend sorgfältig und verantwortungsbewusst durchzuführen.

Inhalt:

- Vorschriften, Werkstoffe, Herstellung, Prüfung und Überwachung von Druckgeräten
- Festigkeitsberechnung von Druckgeräten nach entsprechenden Regelwerken
- Anwendung der Finite Elemente Methode für den Festigkeitsnachweis
- Betrachtung konstruktiver Elemente und spezieller Druckgeräte wie Rohrleitungen, Armaturen und Wärmeaustauscher.

Erwartete Vorkenntnisse:

Technisches Zeichnen, Mechanik und Werkstoffe.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Eines der folgenden Aufbaumodule muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden:

Höhere Festigkeitslehre

Einführung in die Finite Elemente Methoden

Struktursimulation

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,0/3,0 VU Grundlagen des Apparate- und Anlagenbaus

3,0/2,0 VO Apparatebau

4,0/4,0 UE Apparatebau Konstruktionsübung

3,0/3,0 VU Druckgeräte - Modellbildung und Bewertung

Automatisierungstechnik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

- Kenntnisse unterschiedlicher Modellierungsansätze zur Datenbasierten Modellbildung
- Kenntnisse ausgewählter moderner Regelungsverfahren
- Fertigkeiten im Umgang mit aktueller Entwurfs- und Simulationssoftware für Regelungstechnik
- Grundlegende Fähigkeit zur selbständigen Erarbeitung von automatisierungstechnischen Lösungen
- Grundlegende Fähigkeit zur wissenschaftlichen Arbeit in der Regelungstechnik

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- unterschiedliche Modellierungsansätze zur datenbasierten Modellbildung darzustellen.
- ausgewählte moderne Regelungsverfahren nachvollziehbar zu erklären.
- aktuelle Simulationssoftware für die Regelungstechnik sicher zu benutzen.
- automatisierungstechnische Lösungen methodisch selbstständig zu entwickeln.
- lineare und nichtlineare Modelle dynamischer Prozesse aus experimentellen Messdaten systematisch zu entwickeln.
- Reglersynthesen für Mehrgrößensysteme im Zustandsraum einschließlich Entkopplung zielgerichtet zu entwerfen.
- modellprädiktive Regelungen unter Berücksichtigung von Beschränkungen zu analysieren und zu konzipieren.
- Regelkreissimulationen unter Einsatz von Simulationssoftware strukturiert durchzuführen.
- Regler im Rahmen von Laborversuchen praxisnah anzuwenden.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- grundlegende Prinzipien und Verfahren wissenschaftlichen Arbeitens korrekt anzuwenden.
- Projektergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.
- Fragestellungen im Team zielorientiert zu diskutieren.
- Protokolle, Berichte und wissenschaftliche Texte nachvollziehbar zu schreiben.

Inhalt:

- Systematische Erstellung von linearen und nichtlinearen Modellen von dynamischen

- Prozessen aus experimentellen Messdaten
- Reglersynthese für Mehrgrößensysteme im Zustandsraum inklusive Entkopplung
- Optimale Zustandsregelung (Riccati-Entwurf)
- Modellprädiktive Regelung inklusive Berücksichtigung von Beschränkungen
- Reglersynthese und Regelkreissimulation unter Einsatz von Simulationssoftware
- Praktische Implementierung von Reglern an Laborversuchen
- Grundlagen der Methodik wissenschaftlichen Arbeitens in der Regelungstechnik

Erwartete Vorkenntnisse:

- Fundierte mathematische Grundkenntnisse
- Grundkenntnisse in Regelungstechnik auf dem Niveau der Bachelorlehrveranstaltungen
- Naturwissenschaftliche Grundlagen des Maschinenbaus

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Regelungstechnik 2 muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag der theoretischen Grundlagen, sowie Anleitung und Hilfestellung bei einfachen Rechenaufgaben. Studium aktueller wissenschaftlicher Literatur. Selbständiges Arbeiten mit Simulationssoftware bzw. mit einfachen Laborversuchen unter Anleitung. Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zu den theoretischen Grundlagen und Präsentation und Dokumentation der eigenständigen Ausarbeitung von Lösungen zu automatisierungstechnischen Problemstellungen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Digital Control
 1,0/1,0 UE Digital Control
 2,0/2,0 VU Zustandsregelung von Mehrgrößensystemen
 3,0/2,0 VO Adaptive and Predictive Control
 1,0/1,0 UE Adaptive and Predictive Control
 3,0/2,0 VO Identifikation – Experimentelle Modellbildung
 1,0/1,0 UE Identifikation – Experimentelle Modellbildung
 3,0/2,0 VU Intelligente Regelverfahren
 2,0/2,0 LU Regelungstechnik Vertiefungslabor
 3,0/2,0 SE Seminar aus Regelungstechnik

Biomechanik der Gewebe und des menschlichen Bewegungsapparates

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Aufbauend auf Grundlagen der Mechanik und der Werkstoffwissenschaften hat das Modul „Biomechanik der Gewebe und des menschlichen Bewegungsapparates“ das Ziel, einerseits das Verständnis der engen Beziehungen zwischen hierarchischer Struktur und mechanischer Funktion der Gewebe des Bewegungsapparates zu vermitteln sowie die Anwendung der mathematischen Modellierung ihres Verhaltens und die Relevanz ihrer morphologischen und biomechanischen Eigenschaften in einem klinischen Umfeld aufzuzeigen. Andererseits werden unterschiedliche Modellierungsansätze zur Beschreibung des (menschlichen) Bewegungsapparates einschließlich der damit verbundenen Probleme, Vereinfachungen und Einschränkungen behandelt, um für konkrete Fragestellungen die Auswahl geeigneter Modelle und Verfahren zu ermöglichen.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die engen Beziehungen zwischen hierarchischer Struktur und mechanischer Funktion der Gewebe des Bewegungsapparates fundiert zu erklären und die mathematische Modellierung des Verhaltens dieser Gewebe methodisch anzuwenden.
- die Relevanz ihrer morphologischen und biomechanischen Eigenschaften im klinischen Umfeld nachvollziehbar zu erläutern.
- klinisch und wirtschaftlich relevante Krankheiten der Gewebe des Bewegungsapparates zu erklären und zu unterscheiden.
- analytische Methoden für die Simulation des biomechanischen Gewebeverhaltens strukturiert anzuwenden.
- die Mechanik flüssigkeitssaturierter biologischer Gewebe verständlich zu erklären.
- das Materialverhalten von Knochen, Bändern, Sehnen, Knorpel und Muskel mittels Laborversuchen und virtuellen Simulationen zu untersuchen.
- die Verfahren für mechanische und strukturelle Charakterisierung von biologischen Geweben auf verschiedenen Längenskalen zu erklären.
- geeignete Modelle und Verfahren zur Lösung konkreter Fragestellungen aus unterschiedlichen Modellierungsansätzen, unter Berücksichtigung von Problemen, Vereinfachungen und Einschränkungen, auszuwählen.
- zwei- und dreidimensionale Modelle des menschlichen Bewegungsapparates in unterschiedlichen Detaillierungsgraden auszuwählen.
- Modelle zur Bestimmung der Massengeometrie strukturiert anzuwenden.
- Grundlagen der Kraftentwicklung in der Muskulatur und deren Beschreibung verständlich zu erklären.
- die Belastung und Beanspruchung von Gelenken systematisch zu untersuchen.
- die Belastung des Organismus unter extremer Beanspruchung (Unfälle) methodisch zu untersuchen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Lösungen zu Rechenübungen zu diskutieren.
- Fragestellungen in der Seminararbeit systematisch zu untersuchen.
- Kurzvorträge, insbesondere zu Ergebnissen aus Modellierungen und Experimenten, strukturiert und adressatengerecht zu präsentieren.
- Laborübungs Module verlässlich durchzuführen und Laborberichte eigenständig zu schreiben.
- Arbeitsabläufe, Aufgaben und Zeitpläne in Projekten verlässlich zu organisieren.
- Lern-, Übungs- und Projektphasen realistisch zu planen.

Inhalt:

- Einführung in die Mechanik der flüssigkeitssaturierten biologischen Gewebe
- Einführung in klinisch und wirtschaftlich relevante Krankheiten der Gewebe des Bewegungsapparates
- Charakterisierung des Materialverhaltens von Knochen, Ligamenten, Sehnen, Knorpel und Muskel mittels Experimenten im Labor sowie virtuell am Computer mit unterschiedlichen Simulationsmethoden
- Bestimmung der Geometrie von Proben mittels Computertomographie
- Zwei- und dreidimensionale Modelle des menschlichen Bewegungsapparates in unterschiedlichen Detaillierungsgraden
- Modelle zur Bestimmung von Massengeometrie
- Belastung und Beanspruchung von Gelenken und des Organismus unter extremer Beanspruchung (Unfälle)
- Sofern im inhaltlichen Kontext relevant, werden genderspezifische Aspekte behandelt.

Erwartete Vorkenntnisse:

- Fundierte mathematische Grundkenntnisse
- Fundierte physikalische Grundkenntnisse
- Kenntnisse aus Mechanik, insbesondere Statik und Festigkeitslehre sowie Dynamik (Kinematik/Kinetik)
- Kenntnisse aus der Festkörperkontinuumsmechanik
- Anatomische, biologische und biomechanische Grundkenntnisse („medizinisches Basisvokabular“)
- Gute Beherrschung der englischen Sprache

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A2 (Technische Mechanik) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag der theoretischen Grundlagen, sowie Anleitung und Hilfestellung bei einfachen Rechen- und Messaufgaben. Studium aktueller wissenschaftlicher Literatur.

Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zu den theoretischen Grundlagen und Präsentation und Dokumentation der eigenständigen Ausarbeitung von Lösungen zu biomechanischen Problemstellungen.

Parallel werden Rechenübungen angeboten, um die verschiedenen mathematischen Modelle aus der Kontinuumsmechanik anzuwenden. Die Leistungsbeurteilung erfolgt bei der Vorstellung der Lösungen. In einem Seminar werden klinisch und wirtschaftlich relevante Krankheiten der Gewebe des Bewegungsapparates studiert. Themen aus der Orthopädie, Traumatologie oder Zahnmedizin werden jährlich zur Auswahl vorgeschlagen. Die Beurteilung des Seminars erfolgt mittels eines kurzen Vortrages sowie eines Schlussberichtes in englischer Sprache. Die Laborübung beinhaltet mehrere Module, welche aufgrund von Modulberichten beurteilt werden. Die VU besteht aus einem Vorlesungs- und Übungsteil. Die Gesamtnote setzt sich aus einer schriftlichen und/oder mündlichen Prüfung und einem Übungsprotokoll zusammen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Biomechanik der Gewebe

2,0/2,0 UE Biomechanik der Gewebe

2,0/2,0 SE Biomechanik der Gewebe

2,0/2,0 LU Biomechanik der Gewebe

3,0/2,0 SE Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates

3,0/2,0 VO Modellbildung des Bewegungsapparates

3,0/2,0 VO Unfallbiomechanik

3,0/2,0 VO Experimental Mechanics and Characterization of the Hierarchical Structure of Biological Tissues

3,0/2,0 VO Der Motor Muskel

2,0/2,0 LU Der Motor Muskel

Computational Methods in Biomedical Engineering

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden können computergestützte Methoden der Biomedizinischen Technik benennen und die theoretischen Grundlagen erläutern sowie methodische Werkzeuge auf einfache Problemstellungen anwenden. Sie formulieren biomedizinische Problemstellungen, analysieren diese gründlich und entwickeln praxisnahe Lösungsvorschläge. Darüber hinaus verfügen sie über ausgeprägte soziale Kompetenzen, einschließlich Teamfähigkeit und kommunikativer Fertigkeiten, die es ihnen ermöglichen, in interdisziplinären Projekten erfolgreich zu arbeiten.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- computergestützte Methoden der Biomedizinischen Technik zu benennen.
- theoretische Grundlagen der biomedizinischen Verfahren verständlich zu erläutern.
- methodische Werkzeuge auf einfache Problemstellungen der Biomedizinischen Technik zielgerichtet anzuwenden.
- biomedizinische Problemstellungen präzise zu formulieren und formulierte Problemstellungen anhand geeigneter Kriterien zu analysieren.
- geeignete computergestützte Verfahren für praxisnahe Lösungen auszuwählen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- ethische sowie arbeits- und alltagsweltbezogene Fragestellungen der Biomedizinischen Technik z.B. in Partner- und Gruppensettings zu diskutieren und zu analysieren.
- Ergebnisse, Lösungs- und Rechenwege sowie gemeinsame Ergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.
- digitale Kollaborationstools im Projektkontext sicher zu benutzen.
- Meilensteine, Aufgaben und Verantwortlichkeiten im Projektteam realistisch zu planen.
- Rückmeldungen z.B. im Rahmen von Peer Feedback konstruktiv zu diskutieren.

Inhalt:

Dieses Modul bietet eine grundlegende Einführung in die numerische Simulation biologischer Systeme mit einem Fokus auf ausgewählte Themenbereiche. Die Studierenden lernen, anhand medizinischer Signale, Bilder und Messungen geometrische Modelle zu erstellen, Materialeigenschaften zuzuordnen und Belastungen abzuschätzen, um Simulationsmodelle für Ingenieursfragestellung im Fachgebiet zu entwickeln. Die Lehrveranstaltungen umfassen Vorlesungen und praktische Übungen. Sofern im inhaltlichen Kontext relevant, werden genderspezifische Aspekte behandelt.

Erwartete Vorkenntnisse:

- Grundlegende Programmierkenntnisse in Python oder Matlab.
- Grundlegende Kenntnisse der Mechanik und Mathematik notwendig.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Für die Lehrveranstaltung 3,0/2,0 VU Biosignalanalyse mit Matlab wird die Absolvierung der Lehrveranstaltung 3,0/2,0 VO Biomedical Sensors and Signals verpflichtend vorausgesetzt.

Ein Aufbauomodul aus der Aufbauomodulkategorie A1 (Numerische Methoden) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Das Modul kombiniert Vorlesungen und praktische Übungen. Die Lehrformen variieren je nach Lehrveranstaltung. In der Regel beinhalten sie eine Vorlesung mit Folienvortrag

mit der Möglichkeit von Fragen und offenen Diskussion mit den Studierenden sowie begleitenden praktischen Aufgaben, bei denen die Studierenden aktiv mitarbeiten. Die Prüfungsmodalitäten variieren ebenfalls je nach Lehrveranstaltung und können Hausübungen, mündliche und schriftliche Prüfungen sowie Berechnungsberichte umfassen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/4,0 VU Finite Element Methods in Biomechanics
3,0/2,0 VU Computational Biomaterials and Biomechanics
3,0/2,0 VU Biosignalanalyse mit Matlab
3,0/2,0 VO Medizinische Bildverarbeitung
4,0/3,0 VU Computational Bionics
3,0/2,0 VU Computational Methods in Neural Engineering
3,0/2,0 VO Regelungsmathematische Modelle in der Medizin

Energiesysteme

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Dieses Modul vermittelt eine Einführung in die Analyse, Modellierung und Optimierung industrieller Energiesysteme unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Rahmenbedingungen. Aufbauend auf grundlegenden energietechnischen Zusammenhängen werden mathematische Methoden, numerische Simulationswerkzeuge sowie Optimierungsansätze zur systematischen Bewertung und Verbesserung energietechnischer Anlagen und Prozesse vorgestellt. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der modellbasierten Beschreibung von Energiesystemen, der Auswahl geeigneter Modellierungsansätze sowie der Anwendung moderner Methoden der Datenaufbereitung und Modellvalidierung. Darüber hinaus werden grundlegende Konzepte der Automatisierungstechnik, der digitalen Messdatenerfassung und der Prozesssteuerung behandelt und anhand praktischer Beispiele vertieft. Die im Modul vermittelten Inhalte ermöglichen den Studierenden, komplexe energietechnische Problemstellungen strukturiert zu analysieren, geeignete Lösungsstrategien zu entwickeln und diese sowohl technisch als auch methodisch zu begründen.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- wirtschaftliche, technische sowie ökologische Aspekte und Rahmenbedingungen der Energieversorgung industrieller Prozesse zu analysieren und zu evaluieren.
- gegebene energietechnische Probleme zu analysieren, geeignete Modellierungsansätze auszuwählen und die Entscheidung zu begründen.

- Optimierungsprobleme zu klassifizieren und geeignete Lösungsverfahren auszuwählen.
- moderne Werkzeuge zur numerischen Simulation von energietechnischen Anlagen zu vergleichen und zu kategorisieren
- selbständig eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) für die Automatisierung von energietechnischen Systemen zu entwickeln, das heißt
- das Anschließen, das Programmieren und die Inbetriebnahme von Prüfständen im Labormaßstab durchzuführen.
- unterschiedliche Systeme zur Energieversorgung von Gebäuden zu diskutieren und zu vergleichen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Problemstellungen in Kleingruppen zu diskutieren und
- gemeinsam Lösungsansätze zu erarbeiten.
- eigene Standpunkte nachvollziehbar zu begründen.
- in interdisziplinären Teams unterschiedliche Standpunkte zu diskutieren.

Inhalt:

- Einführung in die Thematik und die wichtigsten digitalen Methoden zur Analyse und Verbesserung von industriellen Anlagen
- Überblick über thermische Energieanlagen und Energiesysteme, sowie moderne Werkzeuge der numerischen Simulation
- Relevante Modellierungsmethoden für Energiesysteme, deren Vorteile und Limitierungen, Anwendungsfälle
- State-of-the-Art Methoden der Datenaufbereitung und Modellvalidierung
- Erarbeitung relevanter Optimierungsmethoden, Erlernen des selbständigen Formulierens und Lösen von Optimierungsproblemen
- Automatisierungstechnik, digitale Messdatenerfassung, Prozesssteuerung und Prozessautomatisierung, sowie Prozess- und Datenvalidierung
- Auslegung und Optimierung von gebäudetechnischen Systemen

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der Thermodynamik, Grundlagen des Programmierens für MB, WIMB und VT, Lineare Algebra (Mathematik 1 & 2 für MB, WIMB und VT), Grundverständnis industrieller Energiesysteme, Thermische Turbomaschinen, Wärmetechnische Anlagen

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Thermodynamik 2 muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Ethik und Verantwortung werden in den Vorlesungen hervorgehoben, indem Aspekte wie Energieträgerwahl, Prozesseffizienz und Umweltauswirkungen integrale Teile der

Vorlesungsinhalte darstellen und diese Faktoren hinsichtlich der präsentierten Technologien und Systeme kritisch beleuchtet werden.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Folgende Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren:

- 3,0/2,0 VO Energiesystemmodellierung
- 3,0/2,0 UE Energiesystemmodellierung
- 4,0/3,0 VU Design- und Betriebsoptimierung

Weitere 4 ECTS sind aus nachfolgender Liste auszuwählen:

- 2,0/2,0 VU Numerische Prozesssimulation von thermischen Energieanlagen
- 2,0/2,0 VU Innovative gebäudetechnische Systeme
- 2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Energietechnik
- 2,0/2,0 SE Industrieseminar Energietechnik

Energietechnologien

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden, die dieses Vertiefungsmodul wählen, erhalten einen Überblick über die wichtigsten Technologien und die dahinterstehenden naturwissenschaftlichen und technischen, v.a. thermodynamischen Konzepte zur Energiebereitstellung und können diese analysieren und bewerten. Zudem können Sie die technologischen Konzepte und mathematischen Grundlagen zur Auswahl und Berechnung einer Speichertechnologie anwenden und sind in der Lage, die passende Speichertechnologie auszuwählen und die erhaltenen Berechnungslösungen kritisch zu hinterfragen bzw. zu interpretieren. Im Rahmen dieses Moduls sind die Studierenden mit neuesten Forschungs- und Entwicklungsergebnissen in Kontakt gekommen und haben diese kritisch beleuchtet. Die Studierenden beherrschen nach Absolvierung des Moduls das selbstständige Einarbeiten, Erarbeiten und Aufbereiten technischer Konzepte und Forschungsergebnisse. Sie haben Praktiken zum Konzeptionieren und Halten von Vorträgen über wissenschaftliche Inhalte erlernt und geübt. Nach Wahl dieses Vertiefungsmoduls können die Studierenden durch die Umsetzung der vorgestellten Technologien und Methoden eigenständige Lösungen im Bereich der Energiebereitstellung erarbeiten. Die Studierenden haben die Möglichkeit ihre Teamfähigkeit in kleinen Gruppen mit Arbeitsteilung zu trainieren. Die Studierenden erkennen die Bedeutung der industriellen Energiebereitstellung für die Gesellschaft und welchen Beitrag sie im Wechselspiel zwischen den dazu notwendigen Technologien und dem Umweltschutz leisten können.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- wichtige Technologien zu analysieren und auszuwählen.
- die zugrunde liegenden naturwissenschaftlichen und technischen, insbesondere thermodynamischen, Konzepte der Energiebereitstellung hinsichtlich ihrer Relevanz und Grenzen zu beurteilen.
- technologische Konzepte sowie die mathematischen Grundlagen zur Auswahl und Berechnung geeigneter Speichertechnologien fachgerecht anzuwenden.
- technische Konzepte und Forschungsergebnisse selbstständig und strukturiert zusammenzustellen.
- Vorträge über wissenschaftliche Inhalte adressatengerecht zu konzipieren.
- durch Umsetzung vorgestellter Technologien und Methoden eigenständige Lösungen im Bereich der Energiebereitstellung zu entwickeln.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- arbeitsteilig in kleinen Gruppen gemeinsame Arbeitsprozesse planen und durchzuführen.
- Rollen und Aufgaben im Team bedarfsgerecht zuzuordnen.
- in interdisziplinären Teams unterschiedliche Standpunkte adressatengerecht zu diskutieren.
- eigene Standpunkte nachvollziehbar zu begründen und fachsprachlich korrekt zu präsentieren.

Inhalt:

- Überblick über fortschrittliche Kraftwerksprozesse zur zukunftsfähigen Nutzung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe (CCS = Carbon Capture and Storage, Polygeneration, etc.)
- Geothermie und geothermische Stromerzeugung, z.B. Kalina-Prozess, ORC = Organic Rankine Cycle, etc.
- Verbrennung und Vergasung von Biomasse, Polygeneration
- Solarthermische Anlagen und Photovoltaik
- Technologien für die Produktion und Nutzung von Wasserstoff (inkl. Elektrolyse und Brennstoffzellen-Anlagen)
- Absorptions-, Adsorptionswärmepumpen - Grundlagen und Berechnungsmethoden z.B. für Kraft-Wärme-Kältekopplung
- Thermodynamische Grundlagen der genannten Verfahren
- Überblick und Potenzial von nichtthermischen regenerativen Technologien, z.B.: Windenergieanlagen, hydraulische Anlagen, etc.
- Speichertechnologien und deren Berechnungsgrundlagen
- Wärmepumpen
- Klima- und Kältetechnik

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse auf den Gebieten der Thermodynamik, der Verfahrenstechnik und der physikalischen Chemie.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Thermodynamik 2 oder das Aufbaumodul Wärmeübertragung muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,0/3,0 VO Technologien zur Energiebereitstellung
3,0/2,0 SE Technologien zur Energiebereitstellung
2,0/2,0 LU Energietechnische Anlagen
3,0/2,0 VU Thermodynamik ausgewählter Energietechnologien
2,0/2,0 VU Energiespeicher
3,0/2,0 VO Lüftungs- und Klimatechnik
2,0/2,0 VO Kältetechnik und Wärmepumpen
2,0/2,0 SE Industrieseminar Energietechnik

Vor der Absolvierung der 2,0/2,0 LU Energietechnische Anlagen müssen folgende Lehrveranstaltungen absolviert werden:

4,0/3,0 VO Technologien zur Energiebereitstellung
3,0/2,0 VU Thermodynamik ausgewählter Energietechnologien
2,0/2,0 VU Energiespeicher

Fahrzeugsystemdynamik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Grundlegende Kenntnisse der Theorie der nachfolgend genannten Themengebiete aus dem Gebiet der Fahrzeugsystemdynamik:

- Fähigkeit zur Umsetzung und Anwendung der erlernten theoretischen Grundlagen aus der Fahrzeugdynamik auf praktische Aufgabenstellungen
- Analytisches und synthetisches Denken für die Modellbildung und Interpretation numerischer Simulationsergebnisse
- Fähigkeit zum kritischen Hinterfragen auf Richtigkeit und Interpretierbarkeit eigener am Computer ermittelter numerischer Lösungen von fahrzeugdynamischen Problemstellungen
- Verständnis des Nutzens und der wechselseitigen Bedingtheit von Theorie und Fahrversuch
- Umgang mit fachspezifischer, wissenschaftlicher Literatur

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- fahrdynamische Problemstellungen zu verstehen und daraus abgeleitete Fahrzeugmodelle und zugehörige Systemgleichungen systematisch zu erstellen.
- fahrdynamische Grundlagen von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen strukturiert zu beschreiben.
- Modelle und Kriterien zur Beschreibung des Fahrverhaltens, der Fahrstabilität, und des Fahrkomforts anzuwenden.
- Kontaktmodellierung von Fahrzeug-Fahrbahn (Reifen-Fahrbahn, Rad-Schiene) verständlich zu beschreiben.
- Prinzipien und Funktionen zu aktiver Fahrsicherheit, Fahrdynamikregelsysteme, Fahrerassistenzsysteme und Drive-by-Wire und automatisiertem Fahren nachvollziehbar zu erläutern.
- Modelle des Fahrerverhaltens und der Interaktion Fahrer-Fahrzeug zu entwickeln.
- wechselseitige Adaptionenforderungen in der Mensch-Maschine-Interaktion zu diskutieren.
- Methoden und Strategien zur passiven Beeinflussung von Fahrzeugsystemeigenschaften, zur Regelung der Fahrdynamik und Schätzung von Fahrzeugparametern und Fahrzustandsgrößen zu entwickeln.
- Ansätze zur Lösung fahrdynamischer Problemstellungen zu entwickeln.
- eigene numerische Lösungen zu fahrdynamischen Problemstellungen kritisch zu prüfen.
- numerische Lösungen zu fahrdynamischen Problemstellungen und das zugehörige Systemverhalten zu analysieren.
- Theorie und Fahrversuch fundiert zu vergleichen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- wissenschaftliche Literatur aus fachrelevanten Datenbanken systematisch zu recherchieren, kritisch zu bewerten und zielgerichtet zu nutzen.
- State-of-the-art-Methoden aus fachspezifischer wissenschaftlicher Literatur prägnant zusammenzufassen.
- Arbeitsprozesse in kleinen Teams kooperativ, eigenständig und verlässlich zu organisieren.
- eigene wissenschaftliche Standpunkte, Lösungswege und Ergebnisse zu reflektieren, adressatengerecht zu präsentieren und im Rahmen von Peer-Feedback kritisch-konstruktiv zu diskutieren.
- geschlechtsbezogene sowie individuelle Unterschiede bei der Modellierung des Menschen im Mensch-Fahrzeug-Gesamtsystem reflektiert und anwendungsgerecht zu berücksichtigen.

Inhalt:

Allgemein:

- Fahr(zeug)dynamische Grundlagen von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen

- Modellierung des Fahrerverhaltens und Interaktion Fahrer-Fahrzeug
- Aktive Fahrsicherheit, Fahrdynamikregelsysteme, Fahrerassistenzsysteme, Drive-by-Wire, automatisiertes Fahren
- Methoden und Strategien zur passiven Beeinflussung von Fahrzeugsystemeigenschaften, zur Regelung der Fahrdynamik und Schätzung von Fahrzeugparametern und Fahrzustandsgrößen

Speziell:

- Fahrzeugmodelle und Herleitung der zugehörigen Systemgleichungen
- Grundlagen zum Verständnis des Fahrverhaltens, der Fahrstabilität, des Fahrkomforts, der Leistungsbilanz und der Kontaktmodellierung Fahrzeug-Stützmedium (z.B. Reifen/Fahrbahn, Rad/Schiene, ...)
- Vertiefung auf die Fahrzeugtypen Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge, Schienenfahrzeuge, Mikromobilität wie Motorrad/Fahrrad/Scooter, sowie in die Fahrermodellierung

Erwartete Vorkenntnisse:

- Fundierte mathematische Grundkenntnisse
- Fähigkeit zur Darstellung und Vermittlung eigener Lösungen von gegebenen Aufgabenstellungen
- Soziale Kompetenzen, z.B. für eine mögliche Zusammenarbeit in kleinen Teams

Verpflichtende Voraussetzungen:

3,0/2,0 VO Grundlagen der Fahrzeugdynamik

Ein Aufbauomodul aus der Aufbauomodulkategorie A2 (Technische Mechanik) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag, Anleitung und Hilfestellung beim Umsetzen theoretischer Grundlagen, auch anhand von Anwendungsbeispielen (aus Simulation und Fahrversuch) sowie durch eigenständiges Bearbeiten fahrdynamischer Problemstellungen. Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zu den theoretischen Grundlagen oder Präsentation und Dokumentation der eigenständigen Ausarbeitung von fahrdynamischen Problemstellungen. Literaturstudium.

Gendersensible Lehre wird von allen Lehrenden praktiziert und Diversität wird durch Anstreben eines ausbalancierten Lehrenden-Teams im Modul vorgelebt.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,0/3,0 VO Fahrzeugsystemdynamik und Fahrdynamikregelung

4,0/3,0 VO Stabilität bewegter Systeme

3,0/2,0 SE Smart Vehicles

3,0/2,0 VU Mikromobilität und Fahrer-Fahrzeug Interaktion

3,0/2,0 VU Schienenfahrzeugdynamik

Fertigungsautomatisierung

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden besitzen nach dem Abschluss des Vertiefungsmoduls das Verständnis zu Aufbau, Funktionsweise und Programmiermethoden für Automatisierung- und Steuerungstechnik von Produktionsanlagen und von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen. Insbesondere sind Sie mit der Einsatzmöglichkeit von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) und mit den Grundlagen der industriellen Kommunikation vertraut. Sie haben sich in die methodische Vorgehensweise bei der Auslegung der Steuerung von komplexen flexiblen Systemen, in die Integration von Robotern in Fertigungssysteme und die IT-gestützte Planung und Steuerung von Fertigungsprozessen vertieft.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Die Prinzipien, den Aufbau und die Funktionalität von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) zu erklären und die grundlegenden Programmierelemente nach IEC 61131 für Steuerungsaufgaben anzuwenden.
- Die Architektur, Komponenten und Funktionsprinzipien numerischer Steuerungen (NC-Steuerungen) sowie wesentliche Bauelemente elektrischer, hydraulischer und pneumatischer Steuerungen zu beschreiben.
- Die Aufgaben und Funktionen von Enterprise Resource Planning (ERP) und Manufacturing Execution Systems (MES) darzustellen und deren Einordnung innerhalb industrieller Informationssysteme zu erläutern.
- Anforderungen an Werkzeugmaschinen hinsichtlich Genauigkeit, Flexibilität und Kosten zu analysieren und die Struktur und Eigenschaften von Mehrmaschinensystemen (Transferstraßen, FFS) detailliert zu beschreiben.
- Die Grundlagen der Robotik und ihre Anwendungen in der Fertigung anzuwenden.
- Szenarien für die Integration von Robotern in Fertigungssysteme zu konzipieren.
- Fertigungssysteme anhand eines vorgegebenen Produkts unter Berücksichtigung von Technologie, Kapazitätsbedarf und Maschinenauswahl zielgerichtet zu planen und alternative Systeme zu vergleichen.
- Spezifische Problemstellungen der Fertigungsautomatisierung und integrierten Fertigungssysteme zu bearbeiten und zu verbinden.
- Die Notwendigkeit und die Auswirkungen technischer Lösungen unter Berücksichtigung bedienungsgerechter Maschinenentwicklung (Gender & Diversity) zu reflektieren und zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Aktuelle Themen aus der Fertigungsautomatisierung in wissenschaftlichen Datenbanken zu recherchieren und zu analysieren.

- Die erarbeiteten Projekt- und Übungsergebnisse selbstständig zu organisieren, darzustellen und vor Fachkolleginnen und -kollegen zu präsentieren.

Inhalt:

Das Modul deckt die wissenschaftlichen und methodischen Grundlagen der Automatisierung und IT-gestützten Fertigung ab:

- Steuerungs- und Automatisierungstechnik: Aufbau, Funktionalität und Programmierung (IEC 61131) von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Steuerung von Fertigungseinrichtungen mittels elektrischer, hydraulischer und pneumatischer Steuerungen.
- Fertigungssysteme und Planung: Anforderungen an Werkzeugmaschinen und deren Komponenten, Mehrmaschinensysteme (Transferstraßen, FFS), Automatisierung und NC-Technik. Methoden zur Auslegung von Fertigungssystemen (Kapazitätsbedarf, Maschinenauswahl).
- IT-Integration: Einsatz von PPS- (Produktionsplanungs- und Steuerungssystemen) und Leitsystemen (MES).
- Robotik: Grundlagen, Struktur, Endeffektoren, Offline-Programmierung, Integration in Produktionssysteme und Sicherheitsnormen.
- Projektarbeit/Vertiefung: Behandlung aktueller Themen der Fertigungsautomatisierung und Systeme (Seminar), sowie selbstständige Bearbeitung kleinerer Projekte im Bereich der rechnerintegrierten Fertigung oder der SPS-Automatisierung.

Erwartete Vorkenntnisse:

Zur erfolgreichen Absolvierung des Moduls werden Kenntnisse über die Grundlagen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580 erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A6 (Mechatronik) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag. Schriftliche und/oder mündliche Prüfung mit Theoriefragen und konkreten Aufgabenstellungen. Einüben des Gelernten durch selbstständige Programmierung von NC-Maschinen im Labor. Im Anschluss können Projektarbeiten im Rahmen des TEC-Lab am Institut oder der Pilotfabrik 4.0 belegt werden.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Verpflichtende Lehrveranstaltungen im Modul:

- 3,0/2,0 VO Automatisierungs- und Steuerungstechnik
- 3,0/2,0 VO Industrielle Fertigungssysteme

Weitere 8,0 ECTS können aus folgenden Lehrveranstaltungen gewählt werden:

3,0/2,0 VO Programmierung von Echtzeitsystemen und Feldbuskommunikation
 3,0/2,0 VO Einsatz von PPS- und Leitsystemen
 2,0/1,5 LU Integrative Produktentstehung
 3,0/2,0 VO Robotik in der Fertigung
 3,0/2,0 SE Industrielle Fertigungssysteme
 1,0/1,0 UE Industrielle Fertigungssysteme
 2,0/2,0 LU Programmierung von Werkzeugmaschinen

Fertigungsmesstechnik & Qualität

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden kennen die Grundlagen des Qualitätsmanagements und sind insbesondere mit der geometrischen Produkt-Spezifikation und -Verifikation vertraut. Sie kennen die wesentlichen Verfahren der Fertigungsmesstechnik und beherrschen den Umgang mit verschiedenen Messmitteln. Sie kennen darüber hinaus die wesentlichen Standards und Verfahren zur Abnahme, Überprüfung und Kalibrierung von Fertigungseinrichtungen und haben diese Kenntnisse in praktischen Übungen vertieft.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Die Grundlagen der Geometrischen Produkt-Spezifikation und Verifikation (GPS) zu erklären und deren Prinzipien in Prozessen der industriellen Fertigung anzuwenden.
- Messprozesse der Makrogeometrie- und Oberflächenmessungen sowie Messungen in der Mikrotechnologie durchzuführen, Messdaten zu analysieren und zu evaluieren.
- Die Standards und Verfahren zur Abnahme, Überprüfung und Kalibrierung von Fertigungseinrichtungen zu erläutern und zu demonstrieren.
- Qualitätswerkzeuge, wie die statistische Prozesskontrolle (SPC) mit Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsuntersuchungen, in der Praxis anzuwenden.
- Die Grundlagen der Koordinatenmesstechnik (mechanisch und Computertomographie) zu beschreiben und zur Messung und Analyse komplexer Werkstücke zu benutzen.
- Die Besonderheiten in der strukturellen Integrität von 3D-gedruckten Komponenten zu bestimmen und spezifisch geeignete mechanische Prüfverfahren zu begründen.
- Die Konzepte von Industrie 4 in Verbindung mit fortschrittlichen Produktions- und Messtechnologien zu erläutern.
- Die Bedeutung von Messunsicherheiten und Fehlerquellen kritisch zu reflektieren und die Auswirkungen technischer Lösungen auf gesellschaftliche Aspekte (Gender & Diversity) zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Die für wissenschaftliche Arbeiten erforderliche Literatur in einschlägigen Datenbanken zu recherchieren und ein komplexes Themengebiet selbständig zu untersuchen.
- Die Ergebnisse aus Forschung und Projektarbeit in Form einer Seminararbeit zu dokumentieren und diese vor Fachkolleginnen und -kollegen zu präsentieren.

Inhalt:

- Grundlagen der Fertigungsmesstechnik und geometrischer Messungen von Werkstücken (Werkstückspezifikation, Makrogeometrie- und Oberflächenmessungen).
- Geometrische Produkt-Spezifikation und Verifikation (GPS) – Grundlagen, Anforderungen und Prüfungen.
- Grundlagen und Anwendung der 3D-Koordinatenmesstechnik (KMG) und der Computertomographie (CT) in der Messtechnik.
- Standards und Verfahren zur Abnahme, Überprüfung und Kalibrierung von Fertigungseinrichtungen (z. B. Laserinterferometrie, Kreisformtest, Maschinen- und Prozessfähigkeit).
- Statistische Prozesskontrolle (SPC), Prozessfähigkeitsuntersuchung und Qualitätswerkzeuge.
- Integrierte Managementsysteme im Kontext von Industrie 4, fortgeschrittene Modellierung und Simulation.
- Spezielle Problemstellungen der GPS und Messtechnik in Kleingruppen (Seminar und Projektarbeit).

Erwartete Vorkenntnisse:

Zur erfolgreichen Absolvierung des Moduls werden Kenntnisse über die Grundlagen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580 erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A4 (Werkstoffe) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag, Schriftliche und/oder mündliche Prüfung mit Theoriefragen. Einüben des Gelernten durch selbstständige Durchführung von Mess- und Überprüfungsaufgaben im Labor. Die Modulbestandteile umfassen dazu Vorlesungen (VO) zur Wissensvermittlung, Laborübungen (LU) und Seminare (SE) zur Vertiefung und praktischen Anwendung, wobei die LUs und SEs prüfungsimmanenten Charakter haben.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Verpflichtende Lehrveranstaltungen im Modul:

3,0/2,0 VO Fertigungsmesstechnik

3,0/2,0 VO Geometrische Produkt-Spezifikation und Verifikation

Weitere 8,0 ECTS können aus folgenden Lehrveranstaltungen gewählt werden:

2,0/2,0 LU Fertigungsmesstechnik

3,0/2,0 SE Fertigungsmesstechnik

2,0/2,0 LU Koordinatenmessmaschinen

3,0/2,0 VO Statistische Qualitätssicherung und PMI/CAQ

2,0/1,5 VO Überprüfung von Fertigungseinrichtungen

2,0/2,0 LU Überprüfung von Fertigungseinrichtungen

Fertigungstechnik 3

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden beherrschen die Berechnungsmodelle für mechanische Technologien wie der Spanenden Fertigung und der Umformtechnik (einschließlich Kraftkomponenten und Umformparametern) als Voraussetzung für die Auslegung von Produktionsprozessen. Sie können Maschinenkonzepte moderner Werkzeugmaschinen (WZM) analysieren und wesentliche WZM-Komponenten (wie Betten, Spindeln, Schlitten) unter Berücksichtigung der Maschinencharakteristik und Simulation gestalten und berechnen. Ein Schwerpunkt liegt auf der Spanenden Präzisionsbearbeitung sowie den Schlüsselverfahren der metallischen Additiven Fertigung (PBF, DED, WAAM) und deren digitaler Prozesskette (CAD/CAM/CAE). Die Studierenden sind in der Lage, additive und subtraktive Bearbeitungsmethoden in CAD/CAM-Systemen zu programmieren, die Maschinenprogramme zu simulieren und deren Qualität zu bewerten. Sie kennen die Wechselwirkungen zwischen Maschine, Mensch, Material und Informationstechnologie unter Beachtung von Aspekten wie Arbeitsgenauigkeit.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Die physikalischen und technologischen Grundlagen der mechanischen Technologien wie der Spanenden Fertigung und der Umformtechnik (einschließlich Kraftkomponenten, Spanbildung und Umformparameter) zu erläutern und zu berechnen.
- Die Maschinenkonzepte und Strukturen moderner Werkzeugmaschinen (WZM) sowie deren Anforderungen hinsichtlich Genauigkeit, Mengenleistung und Kosten zu analysieren.
- Wesentliche WZM-Komponenten (wie Betten, Spindeln, Schlitten) unter Berücksichtigung der Maschinencharakteristik zu entwerfen.
- Verschiedene spanende Verfahren der Präzisionsbearbeitung sowie deren Anforderungen an Fertigungsanlagen zu formulieren und deren Einsatzmöglichkeiten zu beurteilen.
- Additive und subtraktive Bearbeitungsmethoden (z.B. WAAM/DED) in CAD/CAM-Systemen zu planen, die Qualität der erzeugten Maschinenprogramme zu evaluieren.

- Die Schlüsselverfahren der metallischen Additiven Fertigung (PBF, DED, WAAM) und deren digitale Prozesskette (CAD/CAM/CAE) für spezifische industrielle Anwendungen kategorisieren.
- Die für wissenschaftliche Arbeiten erforderlichen Grundlagen in der Fertigungstechnik anzuwenden.
- Die Rolle der Automatisierung und Digitalisierung (z.B. CAD/CAM/CAE) für die Optimierung von Produktionsprozessen (z.B. hinsichtlich Ressourceneffizienz) kritisch zu diskutieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Literaturrecherche in einschlägigen wissenschaftlichen Datenbanken selbstständig durchzuführen und zu analysieren.
- Die erarbeiteten Ergebnisse aus Projekten und Seminaren strukturiert und adressatengerecht präsentieren und die zugrunde liegende Methodik zu argumentieren.

Inhalt:

Das Modul deckt fortgeschrittene Themen der Fertigungstechnik ab, die über die Grundlagen hinausgehen:

- Urformen/Umformen: Vertiefte Grundlagen des Umformens, Kenngrößen und ausgewählte Umformverfahren (Biegen, Tiefziehen, Strangpressen).
- Auslegung und Komponenten von Werkzeugmaschinen: Maschinenstrukturen, Gestaltung und Berechnung von Bauteilen (Betten, Spindeln, Schlitten), Optimierung und Simulation der Maschinencharakteristik.
- Grundlagen der spanenden Präzisionsbearbeitung
- Additive Fertigung: Schlüsselverfahren der metallischen Additiven Fertigung (PBF, DED, WAAM), Prozessführung, Sensorik, Prozessüberwachung und digitale Prozesskette (CAD/CAM/CAE).
- Programmierung und Simulation: Erstellung kinematischer Maschinenmodelle, CAD/CAM/CAE-Systeme, NC-Code-Validierung, Programmierung von Werkzeugmaschinen und Robotern für hybride Fertigungsprozesse (additiv/subtraktiv)
- Aktuelle Forschungsthemen: Bearbeitung und Präsentation aktueller Themen der Fertigungstechnik (Seminar).

Erwartete Vorkenntnisse:

- Kenntnis der Fertigungsverfahren nach DIN 8580
- Grundlagen der Statik, Grundbegriffe der Schwingungslehre und Maschinenelemente

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Fertigungstechnik 2 muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag, Schriftliche und/oder mündliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Die Beurteilung erfolgt durch schriftliche Prüfungen (VO), prüfungsimmanente Leistungsnachweise (UE, LU) und die Evaluierung der Dokumentation und Präsentation bei Seminaren und Projekten (SE, PR).

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Verpflichtende Lehrveranstaltungen im Modul:

- 2,0/2,0 VO Umformtechnik
- 2,0/2,0 VO Spanende Präzisionsbearbeitung
- 3,0/2,0 VO Auslegung von Werkzeugmaschinen

Weitere 7,0 ECTS können aus folgenden Lehrveranstaltungen gewählt werden:

- 3,0/2,0 SE Fertigungstechnik
- 1,0/1,0 VO Industrial Additive Manufacturing
- 3,0/2,0 VU Programming and Simulation of Manufacturing Processes (CAD/CAM/CAE)
- 2,0/1,5 VO Überprüfung von Fertigungseinrichtungen
- 2,0/2,0 LU Überprüfung von Fertigungseinrichtungen
- 2,0/2,0 LU Programmierung von Werkzeugmaschinen
- 3,0/2,0 SE Industrielle Fertigungssysteme
- 3,0/2,0 VO Industrielle Fertigungssysteme
- 1,0/1,0 UE Industrielle Fertigungssysteme

Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, konkrete Herausforderungen aus dem Bereich der Ingenieurspraxis mithilfe der Finite-Elemente-Methode zu bewältigen. Sie beherrschen sämtliche erforderlichen Schritte, angefangen bei der Modellbildung über die eigentliche Finite-Elemente-Analyse bis hin zur Dokumentation der Ergebnisse. Darüber hinaus sind die in der Lage, die Ergebnisse entsprechend zu interpretieren, gegebenenfalls Modifikationen am Modell vorzunehmen und die angewandte Lösungsstrategie sowie die erzielten Ergebnisse in einem technischen Bericht zusammenzufassen. Zusätzlich sind die Studierenden befähigt, ein für die numerische Auslegung passendes Optimierungsproblem aufzusetzen. Dies beinhaltet die Modellierung und Simulation des physikalischen Problems, die passende Beschreibung der Optimierungsparameter, sowie die Auswahl eines passenden Optimierungsalgorithmus.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- konkrete Herausforderungen aus der Ingenieurspraxis mithilfe der Finite-Elemente-Methode zielgerichtet zu lösen.
- erforderliche Schritte, von der Modellbildung über die Finite-Elemente-Analyse bis zur Ergebnisdokumentation, strukturiert durchzuführen.
- Analyseergebnisse nachvollziehbar zu erläutern.
- Modelle bei Bedarf gezielt zu bearbeiten.
- angewandte Lösungsstrategie und erzielte Ergebnisse in einem technischen Bericht prägnant zusammenzufassen.
- Optimierungsprobleme passend aufzusetzen und methodisch zu untersuchen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- theoretische Darlegungen mit Anwendungen aus der Praxis nachvollziehbar zu verbinden.
- gestellte Aufgaben aus der Ingenieurpraxis alleine oder in Kleingruppen kooperativ zu bearbeiten.
- in den Übungsteilen erzielte Ergebnisse in Form von Vorträgen adressatengerecht zu präsentieren.
- Vorlesungsinhalte in Kolloquien fachlich begründet zu argumentieren.
- Ergebnisse in Protokollen klar und strukturiert zu schreiben.

Inhalt:

Teil I des Moduls vermittelt die notwendigen Kenntnisse, um Problemstellungen aus der Ingenieurspraxis mit Hilfe der Finite Elemente Methode zu bearbeiten. In Softwareumgebungen nah an der industriellen Praxis werden Kenntnisse in den Bereichen

- Modellbildung
- Pre-Processing
- Durchführung von Finite Elemente Analysen und
- Post-Processing

vertieft. Dabei steht die konkrete Anwendung auf Problemstellungen aus den Bereichen Strukturmechanik sowie Produktionstechnik im Vordergrund. Aus dem Bereich der Produktionstechnik werden Themen aus den Gebieten

- Komplexe thermische Analyse
- Gekoppelte (Thermal-Stress) Analyse
- Kontakt, Deformation und Umformanalyse

behandelt. Die Modellierung und numerische Analyse von Composite Strukturen werden vorgestellt. Ferner wird auf die Ergebnisinterpretation und Ergebnisdokumentation eingegangen. Im Teil II werden weiterführende Grundlagen aus dem Bereich der Optimierung wie z.B.

- Grundkomponenten eines Optimierungsproblems
- Einführung in Optimierungsalgorithmen
- Parametrisierungen in der Geometrie- und Topologieoptimierung
- mögliche Zielfunktionale
- Berechnung des Gradienten des Zielfunktional
- Moderne Ansätze zur Optimierung (z. Bsp. Maschinelles Lernen)
- Modellierung und Überprüfung des Modellierungsfehlers
- numerische Modellreduktion
- Quantifizierung von Unsicherheiten

vermittelt. Das Modul bildet die Grundlage für die Durchführung von Projekt- und Diplomarbeiten sowie Dissertationen in den Bereichen Strukturmechanik, Festkörperkontinuumsmechanik, Produktionstechnik, sowie Composite Strukturen und Optimierung, welche die Anwendung der Finite Elemente Methode erfordern.

Erwartete Vorkenntnisse:

- Kenntnis der linearen Finite Elemente Methode
- Kenntnisse aus Mechanik, insbesondere Festigkeitslehre, Kontinuumsmechanik, Dynamik
- Kenntnisse aus Mathematik, insbesondere lineare Algebra
- Kenntnisse grundlegender numerischer Ingenieursmethoden, insbesondere numerische Integration, Lösung von Anfangs- und Randwertproblemen, Gleichungslöser
- Kenntnisse aus Konstruktionslehre und CAD (Bauteilgestaltung)

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A1 (numerische Methoden) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die Vorlesungsübungen (VU) sind interaktiv gestaltet. Theoretische Darlegungen werden von Anwendungen aus der Praxis begleitet. Die in den Vorlesungsteilen der VU vermittelten Inhalte werden in den Übungsteilen der VU anhand von Beispielen aus der Ingenieurpraxis weiter vertieft, wobei die Studierenden die gestellten Aufgaben entweder alleine oder in Kleingruppen bearbeiten. Die in den Übungsteilen erzielten Ergebnisse werden von den Studierenden in Form von Vorträgen präsentiert und/oder in technischen Berichten zusammengefasst, welche zusammen mit der Mitarbeit und einem Abgabe- bzw. Prüfungsgespräch die Grundlage für die Leistungsbeurteilung bilden. Für die VU Finite Elemente in der Anwendung wird der Vorlesungsteil zusätzlich zum Übungsteil anhand von Kolloquien beurteilt. In der UE Design of Composite Structures using Finite Element Methods erfolgt die Bearbeitung von vorgestellten Beispielen in Gruppen. Die Leistungsbeurteilung basiert auf der Präsentation der Ergebnisse sowie deren Zusammenfassung in Protokollen.

Für die Lehrveranstaltungen Optimierung im Leichtbau kommen folgende Lehr- und Lernformen sowie Beurteilungen zur Anwendung:

- Vorlesungsteil: Die Vorlesung wird eine Mischung aus Frontalvortrag und handschriftlichen Erläuterungen enthalten. Kleine Rechenbeispiele veranschaulichen die Theorie.
- Übungsteil: Die in der Vorlesung vorgestellten Methoden werden auf konkrete Beispiele angewendet. Hausaufgaben werden zur Verfügung gestellt und die Ergebnisse von den Studierenden in der darauffolgenden Übungseinheit vorgestellt.
- Die Beurteilung erfolgt anhand der vorgestellten Hausübungsbeispiele und einer theoretischen Prüfung am Ende des Semesters
- Die LU wird auf Basis der Durchführung und Dokumentation eines Leichtbau-Design-Projektes beurteilt.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Teil I:

3,0/2,0 VU Finite Elemente in der Anwendung

2,0/3,0 VU Strukturanalyse im Schienenfahrzeugbau

3,0/2,0 VU Modellierung und Simulation in der Produktionstechnik

2,0/2,0 UE Design of Composite Structures using Finite Element Methods

Teil II:

5,0/4,0 VU Optimization In Lightweight Design

2,0/2,0 LU Optimization in Lightweight Design

Hinweis: Die 14 ECTS können durch eine beliebige Kombination der Lehrveranstaltungen erreicht werden. Überschreitet die Wahl der Lehrveranstaltungen die Anzahl von 14 ECTS, können die überschüssigen ECTS als fachgebundene Wahl angerechnet werden.

Fluidmechanik in Energie und Umwelt

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Den Studierenden werden wissenschaftliche und technologische Methoden zur Erarbeitung praxisrelevanter Lösungen im Bereich der Strömungsmechanik vermittelt. Sie erarbeiten eigenständig technologische Lösungen von praxisrelevanten Strömungsproblemen durch Messung, analytische Methoden und numerische Simulation.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- wissenschaftliche und technologische Methoden zur Erarbeitung praxisrelevanter Lösungen im Bereich der Strömungsmechanik sachgerecht anzuwenden.

- Messungen, analytische Methoden und numerische Simulationen zur Lösung praxisrelevanter Strömungsprobleme methodisch durchzuführen.
- Strömungsmesstechnik für typische Anwendungen zielgerichtet anzuwenden.
- praxistaugliche Strömungssimulationssoftware zuverlässig zu benutzen.
- typische Fragestellungen der Strömungsmechanik von der Modellbildung bis zur Problemlösung experimentell, numerisch und theoretisch fundiert zu analysieren.
- Modelle für Strömungsprobleme einschließlich Randbedingungen und Kenngrößen strukturiert darzustellen.
- Simulationsergebnisse und Messdaten auf Plausibilität und Konsistenz systematisch zu untersuchen.
- Ergebnisse und Vorgehensweisen verständlich zu erklären.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- unter Anleitung selbständig zu experimentieren.
- Problemstellungen mit numerischen und analytischen Ansätzen methodisch strukturiert zu lösen.
- ihre Versuchsaufbauten, Lösungsansätze und Ergebnisse kritisch und unter Berücksichtigung von Peer Feedback zu diskutieren.
- Klar strukturierte und nachvollziehbare Protokolle zu Experimenten und numerischen Arbeiten zu schreiben.

Inhalt:

Strömungsmesstechnik, Anwendung analytischer Methoden und praxistauglicher sowohl kommerzieller als auch open source Strömungssimulationssoftware. Experimentelle, numerische und theoretische Behandlung typischer Fragestellungen von der Modellbildung bis zur Problemlösung aus den Gebieten Energie, Industrie und Umwelt. Seminare über turbulente Strömungen sowie der Fluidmechanik. Die wesentlichen Modellierungsansätze (Stofftransport und Wärmeübertragung, Strahlung, Gravitation & Auftrieb, Überschallströmungen, Aeroakustik, Flammen & Verbrennung, Explosionen, Mehrphasenströmungen, bewegte Netze sowie instationäre Randbedingungen) werden anhand von Beispielen aus der angewandten Forschung erarbeitet.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der Strömungsmechanik, Grundlagen partieller Differentialgleichungen.

Empfohlene Voraussetzungen:

VU Grundlagen der Strömungsmechanik

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Strömungsmechanik 2 muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/2,0 VO Angewandte Fluidmechanik
2,5/2,0 LU Labor Angewandte Fluidmechanik
2,5/2,0 UE Angewandte Fluidmechanik
4,0/3,0 VU Mehrphasenströmung
3,0/2,0 SE Seminar Fluidmechanik
3,0/2,0 SE Seminar Turbulenz
3,0/2,0 VU Strömungsmechanik für Umweltanwendungen
3,0/2,0 VU Strömungsmechanik für industrielle Anwendungen

Die Lehrveranstaltungen sind so zu wählen, dass für das gesamte Modul ein Ausmaß von mindestens 14 ECTS erreicht wird. Es wird nur ein Seminar zum Abschluss des Vertiefungsmoduls angerechnet. Kapazitätslimitierung der LU Angewandte Fluidmechanik: 20 Laborplätze pro Studienjahr (die LVA wird im Sommer- und im Wintersemester angeboten). Dafür gelten folgende Reihungskriterien:

1. Vorherige Abweisung von dieser LVA aufgrund von Kapazitätsmangel in vorherigen Semestern,
2. Positives Absolvieren des Aufbaumoduls Strömungsmechanik 2 oder einer gleichwertigen LVA,
3. Prozentsatz der zum Abschluss des Masterstudiums noch notwendigerweise zu absolvierenden ECTS-Punkten (je geringer der Prozentsatz, desto eher soll die LU absolviert werden dürfen)

Fördertechnik & Technische Logistik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- grundlegende Komponenten und Systeme der Förder- und Transporttechnik hinsichtlich Funktion, Belastung und Einsatzgebiet auszuwählen.
- Antriebsarten und Antriebskonzepte für fördertechnische Anlagen unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten begründet auszuwählen.
- relevante Normen, Richtlinien und Nachweisverfahren im Bereich der Förder- und Transporttechnik auf konkrete Anwendungsfälle systematisch anzuwenden.
- typische Berechnungsaufgaben für die Dimensionierung von Komponenten der Förder- und Transporttechnik durchzuführen.
- Materialflüsse in der Intralogistik sowie Leistungen, Durchlaufzeiten und Verfügbarkeiten von Materialflusssystemen zu analysieren, um darauf aufbauend geeignete technische Entscheidungen abzuleiten.

- Tragwerke von Förderanlagen unter Verwendung aktueller Normen und Softwarepakete hinsichtlich Tragfähigkeit, Stabilität und Gebrauchstauglichkeit zu untersuchen.
- konstruktive Lösungen für ausgewählte Förder- und Transportmittel unter Berücksichtigung fertigungstechnischer und normativer Randbedingungen zu entwickeln.
- messtechnische Aufgaben an fördertechnischen Geräten selbstständig durchzuführen und die gewonnenen Daten kritisch zu analysieren.
- Materialfluss- und Schüttgutsimulationen (diskrete Materialflusssimulation und DEM) zu entwickeln, um das Verhalten komplexer Systeme darzustellen.
- Auslegungs- und Nachweisrechnungen einschließlich der zugrundeliegenden Annahmen und Randbedingungen adressatengerecht zu präsentieren.
- fachliche Positionen zu fördertechnischen und logistischen Fragestellungen, auf Basis eigenständig erarbeiteter Seminar- und Projektarbeiten, vor Fachpublikum zu argumentieren und konstruktiv in Diskussionen anzuwenden.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die Bearbeitung von Konstruktions-, Rechen- und Seminaraufgaben im Modul eigenständig zu organisieren.
- Planungs- und Auslegungsentscheidungen für Förder- und Logistiksysteme auf Basis von Simulationen, Messungen und Berechnungen nachvollziehbar zu begründen.
- Projekt- und Gruppenarbeiten im Bereich Fördertechnik und technische Logistik – von der Aufgabenklärung über die Zeit- und Ressourcenplanung bis zur Ergebnisaufbereitung – eigenverantwortlich zu organisieren.

Inhalt:

- Lastaufnahmemittel
- Seil- und Kettentriebe
- Hub- und Fahrwerke
- Wipp- und Drehwerke
- Krane
- Tragkonstruktionen
- Lasten- und Personenaufzüge
- Hängbahnen
- Flurförderzeuge, FTS
- Regal und Regalbediengeräte
- Seilbahnsysteme insbesondere für Personentransport
- Wirkprinzipien und Berechnungsgrundlagen von Stetigförderern
- Analytische Schüttgutmechanik
- Schüttgutmesstechnik
- Numerische Schüttgutsimulation (DEM)
- Durchführung von statischen und dynamischen Messungen an Bauteilen der Fördertechnik

- Materialflusssysteme
- Materialflusssimulation (diskrete Ereignissimulation)

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der Mechanik und Festigkeitslehre

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A5 (Konstruktion und Produktion) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Verpflichtend zu absolvieren ist die Lehrveranstaltung

3,0/2,0 VO Förder- und Transporttechnik

Weitere 11,0 ECTS können aus folgenden Lehrveranstaltungen gewählt werden:

4,0/4,0 UE Förder- und Transporttechnik Konstruktionsübung

2,0/1,5 SE Fördertechnik Seminar mit Exkursion

2,0/2,0 LU Fördertechnik Laborübungen

2,0/1,5 VO Stetigförderer

3,0/2,0 VU Schüttgutsimulation

3,0/2,0 VO Tragwerkslehre

2,0/1,5 VO Seilbahnbau

3,0/2,0 VO Technische Logistik

4,0/4,0 VU Materialflusssimulation

Formula Student

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden sind – aufbauend auf den Grundlagen der Festigkeitslehre, der Maschinenelemente, der Werkstoffwissenschaften, der Konstruktionslehre und des Projektmanagements – befähigt, selbstständig ein Bauteil oder eine Baugruppe eines Rennautos der Formula Student zu konstruieren, zu simulieren und zu realisieren. Außerdem wissen sie über die organisatorischen Aufgaben und Hürden eines Großprojekts Bescheid und sind bereit, diese zu bearbeiten. Als leitende Personen im Team kennen diese die Herausforderungen der Teamführung und Methoden zur erfolgreichen Mitarbeitermotivierung. Sie sind befähigt die Projektergebnisse aufzubereiten und vor einer internationalen Fachjury zu präsentieren. Die in der Formula Student herrschende Sprache ist Englisch. Studierende erwerben daher auch die Fähigkeit mit englischsprachiger Literatur umzugehen und in englischer Sprache zu diskutieren und zu präsentieren.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- ein Bauteil oder eine Baugruppe eines Formula-Student-Rennautos eigenständig zu konstruieren.
- grundlegende Begriffe und Methoden der Bereiche Mechanik, Festigkeits- und Konstruktionslehre zu wiederholen und in der Durchführung ihrer Projekte anzuwenden.
- numerische Simulationen und Festigkeitsberechnungen für die geplanten Bauteile und Baugruppen zu berechnen.
- die fertigungstechnische Realisierung der Bauteile und Baugruppen zu entwickeln und praxisnah durchzuführen.
- die in der Formula Student vorherrschende englische Fachsprache sicher zu benutzen.
- die Entwicklung beziehungsweise Weiterentwicklung und Fertigung eines Rennautos gemäß SAE-Spezifikation methodisch durchzuführen.
- Grundlagen des Projektmanagements anzuwenden

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- organisatorische Aufgaben und Hürden eines Großprojekts strukturiert zu organisieren.
- Projektergebnisse adressatengerecht vor einer internationalen Fachjury zu präsentieren.
- englischsprachige Fachliteratur und Inhalte prägnant zusammenzufassen und zu diskutieren.

Inhalt:

- Fertigung eines Rennautos in enger Kollaboration mit der Wirtschaft
- Konstruktionsaufgaben und dabei unterstützende Lehrveranstaltungen
- Organisationsaufgaben und dabei unterstützende Lehrveranstaltungen
- Präsentation der Projektergebnisse vor internationaler Fachjury
- Teambuilding und Leadership

Erwartete Vorkenntnisse:

- Grundlagen aus Mechanik und Grundlagen der Festigkeitslehre
- Grundlagen aus Konstruktionslehre
- Grundlagen aus Projektmanagement

Verpflichtende Voraussetzungen:

Zur Absolvierung der im Modul verpflichtenden Projektarbeit sind eine Mitgliedschaft beim Verein „TU Wien Racing“ für zumindest ein Studienjahr und die Teilnahme an mindestens zwei Formula Student Events im Sommer notwendig.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die Leistungsbeurteilung der PA Formula Student und des SE Konstruktionswettbewerb erfolgt durch die Teamleitung von "TU Wien Racing" gemeinsam mit dem Faculty Advisor (betreuenden Professor) anhand von Ergebnissen, Mitarbeit und Engagement am Projekt.

Die VU Teambuilding und Leadership wird anhand eines schriftlichen Feedbacks am Ende der Saison bewertet. Die Bewertungen aus den gewählten Lehrveranstaltungen zum Thema Konstruktion und Simulation und aus dem Spezialbereich der Modulleitung im Team variieren je nach Lehrveranstaltung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Folgende Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren:

- 5,0/4,0 PR Formula Student
- 2,0/2,0 SE Konstruktionswettbewerb
- 3,0/3,0 VU Teambuilding und Leadership

2,0 ECTS zur Auswahl aus folgenden Lehrveranstaltungen zum Thema Konstruktion und Simulation:

- 2,0/2,0 UE Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung
- 2,0/2,0 VU Methodik der 3D-CAD Konstruktion
- 2,0/2,0 UE Virtuelle Produktentwicklung
- 2,0/2,0 UE Design of Composite Structures using Finite Element Methods
- 3,0/2,0 VU Finite Elemente in der Anwendung
- 3,0/2,0 VU Programmieren mit MATLAB
- 2,0/2,0 LU Programmierung von Werkzeugmaschinen

Mindestens 2,0 ECTS aus folgenden Lehrveranstaltungen zum Spezialbereich der Modulleitung im Team:

- 3,0/2,0 VO Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung
- 3,0/2,0 VO Virtuelle Produktentwicklung
- 3,0/2,0 VO Tribologie für Maschinenbauer
- 4,0/3,0 VU Lightweight Design with Fiber-Reinforced-Polymers
- 3,0/2,0 VO Fügetechnik
- 3,0/2,0 VO KFZ-Technik
- 3,0/2,0 VO KFZ-Antriebe
- 3,0/2,0 SE Fahrzeugdynamik Seminar
- 1,5/1,0 VO Rennmotoren und Rennfahrzeuge
- 1,5/1,0 VO Kriterien zukünftiger Kraftfahrzeuge I
- 1,5/1,0 VO Kriterien zukünftiger Kraftfahrzeuge II
- 1,5/1,0 VO Zukünftige Antriebskonzepte

2,0/2,0 VO Alternative Antriebe
2,0/2,0 VO Automatisiertes Fahren und alternative Fahrzeugtechnik
3,0/2,0 VU Grundlagen der Organisation
3,0/2,0 VU Controlling
3,0/2,0 VU Qualitätsmanagement
3,0/2,0 VU Enterprise Risk Management (Fundamentals)

Lehrveranstaltungen die bereits in anderen Modulen für das Studium verwendet wurden, können nicht nochmals gewählt werden.

Hydraulische Strömungsmaschinen

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- unterschiedliche Arten von hydraulischen Strömungsmaschinen und ihre grundsätzliche Funktionsweise zu benennen.
- unter Anwendung der Strömungsmechanik die Energieumsetzung in hydraulischen Strömungsmaschinen zu beschreiben.
- Problemstellungen aus dem Bereich der hydraulischen Strömungsmaschinen mit numerischen und/oder messtechnischen Methoden zu untersuchen.
- die Validierung der Ergebnisse der numerischen Untersuchung durch messtechnische Methoden durchzuführen.
- das Betriebs- und Regelverhalten von hydraulischen Strömungsmaschinen zu analysieren.
- das Entwicklungs- und Innovationspotential im Bereich der hydraulischen Strömungsmaschinen hinsichtlich Wirkungsgradsteigerung, Lärminderung sowie schonende Ressourcennutzung zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die erarbeiteten Methoden selbständig in verwandten Fachgebieten anzuwenden.
- interdisziplinäre Teamarbeit in Entwicklungs- und Untersuchungsprojekten effizient zu organisieren.
- fachliche Ergebnisse aus numerischen und messtechnischen Untersuchungen adressatengerecht zu präsentieren.
- begründete Positionen zu Messergebnissen und Modellannahmen evidenzbasiert zu argumentieren.
- Dokumentationen und technische Berichte klar und nachvollziehbar zu schreiben.

Inhalt:

- Funktionsweise und Bauformen von hydraulischen Strömungsmaschinen
- Fluideigenschaften und Spezifika
- Modellgesetze und Kennzahlen
- Energieumsatz und Wirkungsgrade
- konstruktive und hydraulische Auslegung von hydraulischen Strömungsmaschinen
- Kavitation, Betriebsverhalten und Regelung von Turbinen und Pumpen
- Einführung und Vertiefung der instationären Vorgänge in hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen
- experimentelle Methoden für hydraulischen Strömungsmaschinen und Kraftwerke
- Mess- und Versuchstechnik, speziell für Strömungsmaschinenanwendungen
- ebene und räumliche Strömung in hydraulischen Strömungsmaschinen und deren numerische Berechnung

Erwartete Vorkenntnisse:

Von den Studierenden werden Grundlagenkenntnisse auf den Gebieten Strömungsmechanik und Maschinenelemente erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Strömungsmechanik 2 muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Ethik und Verantwortung werden in den Vorlesungen hervorgehoben, indem Aspekte wie Energieträgerwahl, Prozesseffizienz und Umweltauswirkungen integrale Teile der Vorlesungsinhalte darstellen und diese Faktoren hinsichtlich der präsentierten Technologien und System kritisch beleuchtet werden.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Folgende Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren:

- 3,0/2,0 VO Hydraulische Strömungsmaschinen
- 2,0/2,0 UE Hydraulische Strömungsmaschinen
- 2,0/2,0 LU Hydraulische Strömungsmaschinen

Weitere 7 ECTS sind aus nachfolgender Liste auszuwählen:

- 2,0/2,0 SE Hydraulische Strömungsmaschinen
- 3,0/2,0 VO Numerische Methoden für Strömungsmaschinen
- 2,0/2,0 UE Numerische Methoden für Strömungsmaschinen
- 3,0/2,0 VO Mess- und Versuchstechnik für Strömungsmaschinen
- 2,0/2,0 UE Mess- und Versuchstechnik für Strömungsmaschinen

Kraftfahrzeugantriebe

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Das Modul behandelt nachhaltige Antriebe von Kraftfahrzeugen. Es werden grundlegende Kenntnisse zu konventionellen und alternativen Kraftfahrzeugantriebssystemen vermittelt, wie sie aktuell und zukünftig relevant sein werden. Der Inhalt des Moduls umfasst die komplette Prozesskette von der Speicherung chemischer Energieträger über die Energiewandlungspfade bis zur Bereitstellung mechanischer Antriebsenergie. Wesentliche Komponenten, die den technischen und ökologischen Betrieb der Antriebseinheiten ermöglichen, wie Aufladeeinheiten, Balance-of-Plant-Komponenten oder Abgasnachbehandlungssysteme, werden den Studierenden vorgestellt. Die Teilnehmenden werden in die Lage versetzt, technologische Lösungen für Fahrzeugantriebssysteme nachzuvollziehen, zu analysieren und zu bewerten. Sie erlangen die Kompetenz, grundlegende Berechnungen zu Prozessen und Komponenten in KFZ-Antriebssystemen durchzuführen. Durch Einbindung in aktuelle internationale Forschungs- und Entwicklungsprojekte wird eine hohe Innovationskompetenz erworben und die Erarbeitung von kreativen Lösungsansätzen gefördert. Durch gruppenorientiertes Arbeiten und Reflexion des erworbenen Wissens wird Sozialkompetenz vermittelt.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- grundlegende theoretisch-konstruktive Vorkenntnisse auf mobile Antriebssysteme anzuwenden.
- nachhaltige Antriebskonzepte von Kraftfahrzeugen zu beschreiben und ihre spezifischen Vor- und Nachteile zu verstehen.
- grundlegende Zusammenhänge und Prozesse der Energiewandlung in Kfz Antriebssystemen zu berechnen.
- technologische Lösungen für Fahrzeugantriebssysteme systematisch zu analysieren und zu beurteilen.
- innovative und kreative Lösungsansätze auf Basis aktueller internationaler F&E Projekte zu entwickeln.
- deutsch- und englischsprachige Fachliteratur zu analysieren und
- die daraus resultierenden technologischen Implikationen zu diskutieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- komplexe Aufgabenstellungen strukturiert durchzuführen.
- in Gruppen interdisziplinäre F&E Projekte durchzuführen. und dabei
- kooperativ und kritisch-konstruktiv die Zusammenarbeit im Team zu organisieren.
- erworbenes Wissen im Team reflektiert zu diskutieren.
- gemeinsame Arbeitsergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.
- Fachwissen auch in englischer Sprache zusammenzufassen und
- zu präsentieren.

Inhalt:

- Grundlagen Energiewandlung
- Grundlagen und Kenngrößen von Verbrennungsmotoren
- Verbrennungstechnische und reaktionskinetische Grundlagen
- Brennverfahren und Arbeitsprozesse
- Triebwerksdynamik und Komponenten
- Grundlagen der Aufladung
- Energieträger, Kraftstoffe
- Emissionen, Lärm, Gesetze
- Grundlagen von alternativen Antriebssystemen inkl. Hybrid- und Elektroantrieben
- Arbeitsweise elektrochemischer Energiewandler und -speicher
- Brennstoffzellen, Wasserstoffherstellung und Betankung, Sicherheitskonzepte
- Energiespeicher und Energiemanagement
- Thermomanagement
- Bedeutung der unterschiedlichen Antriebskonzepte in den einzelnen Mobilitätssektoren und ihre Auswirkungen auf Mensch, Umwelt und Wirtschaft
- Analytische und numerische Berechnungsmethoden und Validierung
- Messtechnik, Experimental- und Berechnungsmethoden für die Optimierung von thermodynamischen Prozessen
- Motor- und Antriebsstrangsteuerung
- Kommunikationsstandards (CAN, LIN, FlexRay, Automotive Ethernet, usw.)
- OBD-Gesetzgebung (SAE, ISO, ASAM)
- Fahrzeugassistenzsysteme / ADAS

Erwartete Vorkenntnisse:

- Grundlagenkenntnisse der Thermodynamik, Strömungsmechanik, Maschinendynamik, Messtechnik und Elektrotechnik
- Fähigkeit zur Lösung angewandter Fragestellungen der genannten physikalischen Grundlagen
- Kenntnisse der englischen Sprache

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A6 (Mechatronik) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Vorträge über die theoretischen Grundlagen und die relevanten Berechnungs- und Experimentalmethoden
- Präsentation von Ausführungsbeispielen, Trends basierend auf aktuellen internationalen Forschungsprojekten
- Reverse Classroom
- Skripten stehen zur Verfügung

- Vorlesungen mit schriftlicher und/oder mündlicher Prüfung zur Theorie, der zugrunde liegenden Methodik und ingenieurwissenschaftlichen Anwendung
- Anwendung der Erkenntnisse in Labor-, Konstruktions- sowie Berechnungsübungen unter Einsatz modernster Ausstattung
- Übungen mit immanentem Prüfungscharakter und abschließendem Protokoll
- Anwendung und Übung der experimentellen und berechnungstechnischen Methoden anhand aktueller Forschungsprojekte

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Die Lehrveranstaltungen aus Teil a sind verpflichtend zu absolvieren:

Teil a:

- 3,0/2,0 VO KFZ-Antriebe
- 2,0/2,0 LU KFZ-Antriebe
- 4,0/3,0 UE KFZ-Antriebe
- 2,0/2,0 VO Alternative Antriebe

Aus Teil b und Teil c ist jeweils eine Lehrveranstaltung zu wählen.

Teil b:

- 1,5/1,0 SE KFZ-Antriebe
- 2,0/2,0 LU Laborübung Brennstoffzellenantrieb

Teil c:

- 1,5/1,0 VO Wasserstoff und Brennstoffzellen - Energieträger und Energiewandler im Fahrzeug und in anderen Anwendungen
- 1,5/1,5 VO Thermodynamische Prinzipien Automobil Antriebssysteme
- 1,5/1,0 VO Motor- und Fahrzeugsteuerungen

Kraftfahrzeugtechnik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Innerhalb des Moduls geht es um die optimale Erfüllung der Mobilitäts- und Transportanforderungen des Straßenverkehrs durch die entsprechenden Fahrzeuge. Die grundlegende Anforderung hinsichtlich der aktiven und passiven Sicherheit, der ökologischen und ökonomischen Eigenschaften, der Raumnutzungskonzepte, den Produktkosten und den Haltbarkeitsanforderungen werden vermittelt. Ebenfalls werden die grundlegenden Kenntnisse über den Aufbau und die Funktion von Straßenfahrzeugen vermittelt. Die Studierenden sind in der Lage, technologische Lösungen für Straßenfahrzeuge nachzuvollziehen, zu analysieren und zu bewerten. Sie können Berechnungen von grundlegenden Funktionen von Fahrzeugen durchführen. Durch Einbindung in aktuelle

internationale Forschungs- und Entwicklungsprojekte wird eine hohe Innovationskompetenz erworben und die Erarbeitung von kreativen Lösungsansätzen gefördert. Durch gruppenorientiertes Arbeiten und Reflexion des erworbenen Wissens wird Sozialkompetenz vermittelt.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- technologische Lösungen für Straßenfahrzeuge schlüssig zu erläutern, systematisch zu analysieren und zu beurteilen.
- grundlegende Funktionen von Fahrzeugen zutreffend zu berechnen.
- kreative Lösungsansätze auf Basis aktueller F&E Projekte zu entwickeln.
- Sicherheitskonzepte im Kraftfahrzeug anhand typischer Systeme kritisch zu analysieren.
- Fahrzeugzuverlässigkeit und Wartungszustand auf Basis geeigneter Kennzahlen fundiert zu beurteilen.
- Wechselwirkungen zwischen Fahrzeug und Straße experimentell und numerisch zu untersuchen.
- Funktionen und Grenzen des automatisierten Fahrens nachvollziehbar zu erläutern.
- Auslegungsgrößen elektrischer Speicher, Batteriesysteme und Ladesysteme zutreffend zu berechnen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- in Gruppen interdisziplinären F&E Projekte durchzuführen und dabei
- kooperativ und kritisch-konstruktiv die Zusammenarbeit im Team zu organisieren.
- erworbenes Wissen im Team reflektiert zu diskutieren.
- gemeinsame Arbeitsergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.
- selbstgemessene Daten zu sortieren und auf der Basis dieser Daten Übungsbeispiele eigenständig zu lösen.
- ihre Erkenntnisse gemäß internationalem wissenschaftlichem Präsentationsstandard zu präsentieren.
- Fachwissen auch in englischer Sprache zusammenzufassen und zu präsentieren.

Inhalt:

- Grundlegender Überblick über das Gebiet der Kraftfahrtechnik und des -baus
- Grundlagen Fahrmechanik
- Fahrzeugbaugruppen
- Sicherheit im Kraftfahrzeug (passive und aktive)
- Fahrzeugzuverlässigkeit und Wartungszustand
- Wechselwirkung Fahrzeug - Straße
- Automatisiertes Fahren
- Elektrische Speicher für Fahrzeuge, Auslegung von Batteriesystemen, Ladesysteme

- Vertiefung im Bereich Fahrmechanik: Charakteristische Eigenschaften verschiedener Radaufhängungs-Systeme, Abstimmungsmöglichkeiten, Einfluss durch Parameter-Variation auf die Fahrdynamik
- Fahrzeugbaugruppen: Reifen, Tragwerk, Fahrwerk, Triebwerk, Aggregate, Aufbauten, Fahrerhaus. Motoren, Getriebe, Bremsen, Retarder, Antriebssysteme, Baukastensysteme
- Fahrzeugkonzepte von LKWs und Omnibussen
- Gesetzliche Vorschriften, Abgas- und Geräuschemission, Kraftstoffe
- Auslegung: Maße und Gewichte, Leistungsbedarf, Kraftstoffverbrauch, Kennfelder der Antriebskomponenten, Fahrleistung
- Betriebsbesichtigungen

Erwartete Vorkenntnisse:

- Grundlagenkenntnisse der Mechanik, Maschinendynamik, Maschinenelemente
- Fähigkeit z. Lösung angewandter Fragestellungen der genannten physikalischen Grundlagen.
- Kenntnisse der englischen Sprache.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbauomodul aus den Aufbauomodulkategorien A2 (Technische Mechanik) oder A5 (Konstruktion und Produktion) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden:

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Vorträge über die theoretischen Grundlagen und die relevanten Berechnungs- und Experimentalmethoden
- Präsentation von Ausführungsbeispielen, Trends basierend auf aktuellen, internationalen Forschungsprojekten
- Skripten stehen zur Verfügung
- Vorlesungen mit schriftlicher und/oder mündlicher Prüfung zur Theorie, der zu Grunde liegenden Methodik und ingenieurwissenschaftlichen Anwendung
- Anwendung der Erkenntnisse in Labor- sowie Berechnungsübungen unter Einsatz modernster Ausstattung
- Manifestieren des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen auf Basis von selbstgemessenen Daten
- Übungen mit immanentem Prüfungscharakter und abschließendem Protokoll
- Anwendung und Übung der experimentellen und berechnungstechnischen Methoden anhand aktueller Forschungsprojekte
- Seminararbeiten mit Vortrag gemäß internationalem wissenschaftlichem Präsentationsstandard

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Folgende Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren:

- 3,0/2,0 VO KFZ-Technik
- 2,0/2,0 LU KFZ-Technik
- 4,0/3,0 UE KFZ-Technik
- 1,5/1,0 SE KFZ-Technik
- 2,0/2,0 VO Automatisiertes Fahren und Alternative Fahrzeugtechnik

Eine weitere Lehrveranstaltung im Ausmaß von 1,5 ECTS ist aus nachfolgender Liste auszuwählen:

- 1,5/1,5 VO Nutz- und Sonderfahrzeuge
- 1,5/1,0 VO Elektrische Speicher für Fahrzeuge

Lasermaterialbearbeitung & Photonik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Der Laser gilt heute als Schlüsselwerkzeug für die moderne Fertigung. Das Anwendungsspektrum des Lasers erstreckt sich dabei von der Messtechnik bis hin zur Materialbearbeitung, wobei unterschiedlichste Materialien beispielsweise auf Mikro- und sogar Nanometerskala strukturiert oder aber auch Bleche mit hoher Geschwindigkeit geschnitten oder geschweißt werden können. Darüber hinaus spielt der Laser eine zentrale Rolle in der additiven Fertigung, wo durch schichtweises Aufschmelzen von Metall- oder Kunststoffpulvern komplexe Bauteile mit höchster Präzision und Gestaltungsfreiheit hergestellt werden.

Im Modul „Lasermaterialbearbeitung & Photonik“ werden sowohl die physikalisch-technischen Grundlagen des Lasers und der damit verbundenen Anlagen als auch deren Anwendung insbesondere in der Materialbearbeitung vermittelt. In Übungen kann das in Vorlesungen erarbeitete theoretische Wissen an Hochleistungs- und Ultrakurzpuls-Laseranlagen für die Materialbearbeitung erprobt werden.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die Bedeutung des Lasers als Schlüsselwerkzeug der modernen Fertigung im Gesamtkontext darzustellen.
- das Anwendungsspektrum des Lasers von der Messtechnik bis zur Materialbearbeitung nachvollziehbar zu beschreiben.
- Möglichkeiten der Mikro- und Nanostrukturierung mittels Laser anschaulich zu erläutern.
- die Auswahl laserbasierter Trenn- und Fügeverfahren wie Schneiden, Schweißen und additive Fertigung mit ihren Einsatzgrenzen zu begründen.
- physikalisch-technische Grundlagen des Lasers sowie der zugehörigen Anlagen zu beurteilen.
- Laserprozesse in der Materialbearbeitung praxisnah anzuwenden.

- Laser-Material-Wechselwirkungen und relevante Prozessparameter systematisch zu prüfen.
- in den Vorlesungen erarbeitetes theoretisches Wissen an Hochleistungslaser- und Ultrakurzpulsanlagen zielgerichtet anzuwenden.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Aufgaben in Übungen und Seminaren eigenständig oder im Team kooperativ zu bearbeiten.
- eigene Standpunkte kritisch-konstruktiv in Partner- und Gruppenarbeiten zu diskutieren.
- Lernergebnisse aus Übungen adressatengerecht zu präsentieren.
- Vorlesungsinhalte mithilfe von Präsentationen und E-Learning Modulen systematisch zu wiederholen.

Inhalt:

- Grundlagen Laser, Strahlausbreitung, Wechselwirkungen, Schneiden, Schweißen, Bohren, Abtragen, Lasersicherheit
- Laserquellen, Strahlführung und -formung, Aufbau und Auslegung von Anlagen, Sensorik und Laserprozessregelung
- Grundlagen Optik, KurzpulsLasersysteme, Verfahren und Anwendungen der Mikro- und Nanostrukturierung
- Einführung in die additive Fertigung mit besonderem Augenmerk auf laserbasierte Prozesse
- Praktische Übungen an Hochleistungs- und Ultrakurzpuls-Laserquellen zur Festigung der Inhalte

Erwartete Vorkenntnisse:

Physikalische Grundlagen der Lasertechnik

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus den Aufbaumodulkategorien A4 (Werkstoffe) oder A5 (Konstruktion und Produktion) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die Lehrveranstaltungen werden durch geeignete Präsentationen und E-Learning unterstützt.

Die aktive Mitarbeit von Studenten wird durch Übungen und Seminare gefördert und dadurch werden gleichzeitig auch die Inhalte der Vorlesungen vertieft. Leistungsbeurteilung erfolgt durch schriftliche und/oder mündliche Prüfungen. Soweit anwendbar werden auch Methoden des E-Learnings zur erweiterten Leistungsbeurteilung herangezogen. Die Mitarbeit der Studierenden und das Erreichen von Vorgaben werden im Bereich der Übungen zur Beurteilung eingesetzt.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Optik und Laser
3,0/2,0 VO Laser in der Fertigung
3,0/2,0 VO Laser-Präzisionsbearbeitung
3,0/2,0 SE Lasersysteme und Anwendungen
2,0/2,0 UE Laborübungen Lasertechnik
3,0/2,0 VU Additive Manufacturing Technologies

Leichtbau & Composites

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden sind - aufbauend auf Grundlagen der Festigkeitslehre, der Maschinenelemente, der Werkstoffwissenschaften und der Konstruktionslehre – nach positiver Absolvierung dieses Moduls befähigt, Strukturen, Maschinen und Anlagen oder Komponenten aus der Sicht des Leichtbaus so zu konzipieren, dass diese - bei Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich ihres Einsatzes - möglichst geringe Masse aufweisen. Diese Gewichtseinsparung hat das Potential, sowohl in der Herstellung als auch in der Produktnutzung zu einer Verbesserung in den Bereichen Nachhaltigkeit, Umwelt und Energie zu führen. Ferner wird den Studierenden methodisches Wissen über die Technologie der Verbundwerkstoffe, Sandwichverbunde und über Composite Strukturen vermittelt. Neben den Technologieunterschieden zu konventionellen Materialien, sind die Studierenden auch über die Vielfalt und Flexibilität im Design und der Fertigung von Faserverbundstrukturen informiert. Sie können die Konstruktionsprinzipien und analytischen Rechenmethoden des Leichtbaus zur Auslegung unter anderem von Composite-Strukturen anwenden und deren Versagen beurteilen. Durch den weiteren Fokus auf die Optimierung im Leichtbau, sind die Studierenden in der Lage, ein für die numerische Auslegung passendes Optimierungsproblem aufsetzen. Dies beinhaltet die Modellierung und Simulation des physikalischen Problems, die passende Beschreibung der Optimierungsparameter, sowie die Auswahl eines passenden Optimierungsalgorithmus. Anhand einer selbst konzipierten und gefertigten Leichtbaustruktur sehen die Studierenden in den Laborübungen wie diese zerstörend getestet wird.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Strukturen, Maschinen und Anlagen oder Komponenten aus der Sicht des Leichtbaus bei gegebenen Einsatzanforderungen masseoptimiert zu konzipieren.
- Anforderungen und Maßnahmen des Leichtbaus strukturiert darzustellen . sowie Bauweisen und Konstruktionsprinzipien des Leichtbaus prägnant zu beschreiben.

- methodisches Wissen über die Technologie der Verbundwerkstoffe, Sandwich- und Composite-Strukturen zu beschreiben.
- Technologieunterschiede der Verbundwerkstoffe im Vergleich zu konventionellen Materialien zu erklären sowie die Vielfalt und Flexibilität im Design und in der Fertigung von Faserverbundstrukturen zu erläutern.
- Konstruktionsprinzipien und analytische Rechenmethoden des Leichtbaus zur Auslegung von dünnwandigen Bauteilen, Sandwich- und Composite-Strukturen sachgerecht anzuwenden.
- das Versagen von Sandwich- und Composite-Strukturen zu beurteilen.
- Stabilitätsverhalten schlanker und dünnwandiger Leichtbaukonstruktionen (Stäbe, Platten, Schalen) fundiert zu analysieren.
- Grundzüge der Bruchmechanik verständlich zu erklären.
- ein für die numerische Auslegung passendes Optimierungsproblem formal korrekt zu formulieren.
- die Optimierungsparameter passend und nachvollziehbar zu beschreiben und einen geeigneten Optimierungsalgorithmus aus verfügbaren Verfahren begründet auszuwählen.
- experimentelle Untersuchungen durch Konstruktion, Messtechnik und Prüfung von Leichtbaustrukturen im Labor durchzuführen.
- zerstörende Prüfungen an selbst konzipierten und gefertigten Leichtbaustrukturen in Laborübungen fachgerecht durchzuführen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- ihre Berechnungen, Rechenwege und Gedankenwege adressatengerecht und strukturiert zu präsentieren.
- Laboraufgaben zur Auslegung, Fertigung und Erprobung von Leichtbau-Strukturen fachgerecht durchzuführen.
- Versuchsreihen an Leichtbau-Strukturen gezielt bis zum strukturellen Versagen zu planen und durchzuführen.
- Inhalte und Ergebnisse in Kolloquien und Prüfungen fachlich fundiert zu argumentieren.
- unter kritischer Reflexion selbstständige Literaturstudien und Literaturrecherchen durchzuführen und die daraus resultierenden Ergebnisse strukturiert und logisch zu formulieren.
- Seminarberichte inhaltlich und formal stimmig zusammenzustellen.
- Teamfähigkeit und konstruktive Kooperationsfähigkeit bei der gemeinsamen Bewältigung komplexer Ingenieuraufgaben in Kleingruppen zu demonstrieren.

Inhalt:

Analytical Methods in Lightweight Design:

- Anforderungen an und Maßnahmen des Leichtbaus

- Bauweisen und Konstruktionsprinzipien des Leichtbaus
- Leichtbauwerkstoffe bzw. Werkstoffverbunde
- Leichtbau-bezogene Verfahren der Spannungsanalyse
- Stabilitätsanalyse von schlanken und dünnwandigen Leichtbaukonstruktionen (Stäbe, Platten, Schalen)
- Sandwichkonstruktionen
- Grundzüge der Bruchmechanik
- Auslegung, Fertigung und Prüfung einer über ein Anforderungsprofil vorgegebenen Leichtbaustruktur

Optimization in Lightweight Design:

- Grundkomponenten eines Optimierungsproblems
- Einführung in Optimierungsalgorithmen
- Parametrisierungen in der Geometrie- und Topologieoptimierung
- mögliche Zielfunktionale
- Berechnung des Gradienten des Zielfunktional
- Moderne Ansätze zur Optimierung (z. Bsp. Maschinelles Lernen)
- Modellierung und Überprüfung des Modellierungsfehlers
- numerische Modellreduktion
- Quantifizierung von Unsicherheiten

Lightweight Design with Fiber-Reinforced-Polymers

- Charakterisierung und Klassifizierung faserverstärkter Werkstoffe aus der Sicht des Leichtbaus
- Anwendungsgebiete von Faserverbundwerkstoffen
- Faser- und Matrixmaterialien
- Herstellungsmethoden und Fertigungsablauf
- Vorstellung zerstörungsfreier Prüfverfahren für Composite-Strukturen
- Verbindungstechniken
- Berechnungsmethoden zur Auslegung von Composite-Strukturen
- Interlaminare Spannungen, Randeckeffekte
- Versagenskriterien

Erwartete Vorkenntnisse:

- Kenntnisse in Mechanik (insbesondere Statik, Grundlagen der Festigkeitslehre, Kontinuumsmechanik)
- Kenntnisse aus Mathematik (insbesondere linearer Algebra)
- Kenntnisse aus Konstruktionslehre (Bauteilgestaltung)
- Grundkenntnisse aus Finite Elemente Methoden

Verpflichtende Voraussetzungen:

Die Teilnahme an den Laborübungen Analytical Methods in Lightweight Design und Optimization in Lightweight Design ist nur nach der positiven Absolvierung der jeweils gleichnamigen Vorlesungsübungen möglich. Für die Übung Design of Composite Structures using Finite Element Methods ist die positive Absolvierung der VU Lightweight Design with Fiber-Reinforced-Polymers erforderlich.

Das Aufbaumodul Einführung in die Finite Elemente Methode oder das Aufbaumodul Struktursimulation muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Analytical Methods in Lightweight Design:

Alle Vorlesungen sind interaktiv gestaltet. Zum besseren Verständnis des Stoffes werden einfache Experimente vorgeführt. Theoretische Darlegungen werden von Anwendungen aus der Praxis (insb. Fahrzeugbau, Flugzeugbau, Energietechnik ...) begleitet. Im Übungsteil der VU werden die Anwendung der Leichtbaurechenmethoden vertieft und die Studierenden durch geeignete Mittel z. Bsp. Hausübungen zum Mitlernen motiviert. In der Laborübung sollen die Studierenden eine Leichtbau-Struktur mit den Methoden des Leichtbaus auslegen, fertigen und bis zum vollständigen Versagen testen. Die Leistungsbeurteilung in der VU erfolgt durch Kolloquien. Die LU wird auf Basis der Durchführung und Dokumentation des Leichtbau-Design-Projektes beurteilt.

Optimization in Lightweight Design:

- Vorlesungsteil: Die Vorlesung wird eine Mischung aus Frontalvortrag und handschriftlichen Erläuterungen enthalten. Kleine Rechenbeispiele veranschaulichen die Theorie.
- Übungsteil: Die in der Vorlesung vorgestellten Methoden werden auf konkrete Beispiele angewendet. Hausaufgaben werden zur Verfügung gestellt und die Ergebnisse von den Studierenden in der darauffolgenden Übungseinheit vorgestellt.
- Die Beurteilung erfolgt anhand der vorgestellten Hausübungsbeispiele und einer theoretischen Prüfung am Ende des Semesters
- Die LU wird auf Basis der Durchführung und Dokumentation eines Leichtbau-Design-Projektes beurteilt.

Lightweight Design with Fiber-Reinforced-Polymers:

Die Vorlesungsübungen werden durch einprägsame multimediale Darstellungen und aus der Praxis kommende Exponate sehr anschaulich gestaltet. Die Vorlesung Sandwich Structures wird als Blockvorlesung gehalten. Im Seminar werden von den Studierenden fachspezifische Beiträge erarbeitet und im Rahmen eines Seminarvortrags präsentiert. In den Lehrveranstaltungen werden den Studierenden anhand von Beispielen die analytischen und numerischen Berechnungsmethoden von Verbundwerkstoffen und Compositen Strukturen vermittelt.

Die Leistungsbeurteilung erfolgt in der VU Lightweight Design with Fiber-Reinforced-Polymers durch eine schriftliche und/oder mündliche Prüfung und die Abgabe von ausgearbeiteten Übungsaufgaben für den Übungsteil. Die VO Sandwich Structures wird durch

eine schriftliche und/oder mündliche Prüfung beurteilt. Das Seminar ist eine Lehrveranstaltung mit prüfungsimmanentem Charakter; neben der Präsentation und dem Seminarbericht wird auch die Mitarbeit bewertet. In der Übung erfolgt die Leistungsbeurteilung über Protokolle der ausgearbeiteten Übungsaufgaben.

Gendersensible Lehre wird von allen Lehrenden praktiziert und Diversität wird durch Anstreben eines ausbalancierten Lehrenden-Teams im Modul vorgelebt.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/4,0 VU Analytical Methods in Lightweight Design

2,0/2,0 LU Analytical Methods in Lightweight Design

5,0/4,0 VU Optimization in Lightweight Design

2,0/2,0 LU Optimization in Lightweight Design

4,0/3,0 VU Lightweight Design with Fiber-Reinforced-Polymers

2,0/2,0 UE Design of Composite Structures using Finite Element Methods

2,0/2,0 SE Light Weight Structures

3,0/2,0 VO Sandwich Structures

Luftfahrtgetriebe

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Luftfahrtgetriebe vor dem Hintergrund luftrechtlicher Bestimmungen und Bauvorschriften der Zulassungsbehörden zu berechnen und zu konstruieren.
- Eigenständig Luftfahrtgetriebe zu entwerfen.
- Luftfahrtgetriebe technisch und hinsichtlich der Zulassungsaspekte zu beurteilen.
- Luftfahrtgetriebe vor dem Hintergrund der Systemauslegung von Drehflüglern zu gestalten und sie auf das System Drehflügler anzuwenden.
- Luftfahrtgetriebe vor dem Hintergrund luftrechtlicher Bestimmungen und Bauvorschriften der Zulassungsbehörden experimentell zu entwickeln, zu erproben und Nachweisversuche durchzuführen.
- Anhand von Normen und Berechnungsvorschriften selbstständig ausgewählte Maschinenelemente auszulegen, zu berechnen und in Konstruktionen einzubinden.
- Eigenständig Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben fachgerecht zu lösen.
- Die Vor- und Nachteile von Maschinenelementen und deren Einsatzgebieten im konstruktiven Umfeld zu erkennen und anzuwenden.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Teamsitzungen und technische Abstimmungen zielorientiert durchzuführen.
- Ergebnisse gegenüber adressatengerecht zu präsentieren.
- Projektdokumentationen, Nachweisberichte und Versuchsprotokolle normgerecht zu schreiben.
- Zeit-, Ressourcen- und Risikoaspekte in Entwicklungsprojekten realistisch zu planen.
- Qualitätsanforderungen und Prüfkriterien im Entwicklungsprozess kritisch zu prüfen.
- ethische, rechtliche und sicherheitsrelevante Implikationen technischer Entscheidungen reflektiert zu diskutieren.

Inhalt:

Grundlagen, Berechnung und Gestaltung von:

- Luftrecht / Gesetzliche Bestimmungen
- Schmierung von Luftfahrtgetrieben
- Mehrfach gelagerte Wellen
- Wälzlagerungen für hohe Drehzahlen
- HUMS – Health and Usage Monitoring Systems
- Werkstoffe - Welle-Nabe-Verbindungen für Luftfahrtgetriebe
- Gehäuse und Gehäusewerkstoffe für Luftfahrtgetriebe
- Ausrichten und Auswuchten von Wellen
- Typische Luftfahrtgetriebe
- Case Studies: Flugzwischenfälle, Unfälle und deren Untersuchung
- Arbeiten im Labor und an Prüfständen vor dem Hintergrund der luftrechtlichen Bestimmungen und der Bauvorschriften der Zulassungsbehörden

Erwartete Vorkenntnisse:

Sichere Beherrschung der Grundkenntnisse in Konstruktionslehre und Maschinenelemente und der vertiefenden Grundlagen des Aufbaumoduls Höhere Maschinenelemente.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Anspruch auf Teilnahme an der Lehrveranstaltung VO Luftfahrtgetriebe haben Studierende, die folgende Module bereits absolviert haben:

- Grundlagenmodul Konstruktion
- Grundlagenmodul Maschinenelemente
- Aufbaumodul Höhere Maschinenelemente

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Vortrag über die theoretischen Grundlagen, Berechnung und Gestaltung der oben genannten Inhalte, Anwenden der Inhalte durch Berechnungsbeispiele, Leistungsbeurteilung durch schriftliche und/oder mündliche Prüfung (VO)

- Anfertigung einer selbständigen Konstruktion mit CAD, prüfungsimmanente Leistungsbeurteilung (UE)
- Laborversuche mit Luftfahrtgetrieben und antriebstechnischen Komponenten, prüfungsimmanente Leistungsbeurteilung (LU)

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Luftfahrtgetriebe
 3,0/3,0 LU Luftfahrtgetriebe
 5,0/5,0 UE Luftfahrtgetriebe Konstruktionsübung
 3,0/2,0 SE Luftfahrtgetriebe

Luftfahrzeugtechnik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Nach positiver Absolvierung des Moduls Luftfahrzeugtechnik sind Studierende in der Lage, wesentliche Flugzeug- und Luftfahrzeugsysteme ganzheitlich zu analysieren, zu dimensionieren und im Kontext aktueller luftrechtlicher, sicherheitsrelevanter und ökologischer Anforderungen zu bewerten. Sie übertragen Methoden des Flugzeugentwurfs und des Systems Engineering auf konkrete Entwurfs- und Integrationsaufgaben und beurteilen dabei wechselseitige Abhängigkeiten von Struktur, Aerodynamik, Antrieb, Energie- und Bordsystemen. Sie planen und realisieren Mess- und Versuchskampagnen, werten Labortest- und Flugmessdaten quantitativ aus und leiten daraus belastbare Kenngrößen für die Auslegung ab. In projektorientierter Teamarbeit reflektieren sie technische Lösungen im Hinblick auf Sicherheit, Umweltwirkung sowie unterschiedliche Nutzer_innengruppen und vertreten ihre Ergebnisse adressatengerecht in Wort und Schrift.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Funktionen und Zusammenhänge der Systeme zur Flugsteuerung und -regelung sowie der elektrischen, hydraulischen, pneumatischen und Kraftstoffsysteme zu erklären.
- strukturelle Auslegungsphilosophien, einschlägige Normen und den Entwicklungsprozess von Luftfahrzeugen nachvollziehbar zu erläutern.
- erworbene Kenntnisse bei der Konzeptgestaltung und Dimensionierung von Flugzeugkomponenten, -systemen und dem Gesamtsystem fachgerecht anzuwenden.
- Methoden des Systems Engineering und des Model-Based Systems Engineering (MBSE) gezielt in Entwurfs- und Analyseaufgaben einzusetzen.
- Ansätze zur Bewertung der Ausfallwahrscheinlichkeit systematisch zu prüfen und die Ergebnisse nachvollziehbar zu bewerten.

- Verfahren und Normen der Systemauslegung und -zulassung (u.a. FHA, SSA, FTA, FMEA, relevante EASA/ICAO-Vorgaben) anzuwenden, um Sicherheitsanforderungen systematisch zu prüfen und Ausfallwahrscheinlichkeiten durch geeignete Architekturen insbesondere durch Redundanzkonzepte zu reduzieren.
- Labortest- und Flugmessdaten mit geeigneten Werkzeugen zu erfassen, zu verarbeiten und deren Qualität zu bewerten, um daraus Erkenntnisse zur Leistung von Luftfahrzeugen bzw. deren Komponenten zu bestimmen.
- Wechselwirkungen zwischen Disziplinen mithilfe von Sensitivitäts- und Parameterstudien systematisch zu analysieren und Optimierungsansätze zur Verbesserung von Entwurfsparametern anzuwenden.
- Entwurfs- und Entwicklungsprozesse eigenständig zu organisieren und zu gestalten.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- geeignete Berechnungsmethoden in den Übungsteilen auszuwählen, korrekt anzuwenden und die Berechnungsergebnisse zu dokumentieren.
- komplexe Entwurfs- und Systemaufgaben in interdisziplinären Teams zu planen, zu koordinieren und kooperativ zu bearbeiten.
- sicherheits- und umweltrelevante Auswirkungen von Designentscheidungen zu antizipieren, zu reflektieren und gegebenenfalls vertieft zu analysieren, um
- anhand der Ergebnisse Handlungskonsequenzen abzuleiten.
- Selbstorganisation in komplexen Entwurfsprojekten zielorientiert zu planen.
- Inhalte adressatengerecht zu präsentieren und in Partner- und Gruppenarbeiten zu diskutieren.
- Seminarthemen auf wissenschaftlichem Niveau fundiert zu diskutieren.

Inhalt:

- Grundlagen und Meilensteine des Flugzeugbaus, Stand der Technik und Entwicklungstrends, Verkehrsträgervergleiche.
- Messprinzipien für Luftdaten, Planung, Durchführung und Auswertung von Labor- und Flugversuchen; Datenaufbereitung, Unsicherheitsanalyse und Ableitung technischer Kenngrößen.
- Hauptentwurfsparameter, Skalierungseffekte (Square-Cube Law, Economy of Scale, Familienkonzepte) und ihre Auswirkungen auf Flugleistungen, Missionsauslegung und direkte Betriebskosten.
- Konfigurative Auslegung von Verkehrsflugzeugen: Layout von Zelle, Tragflächen, Leitwerken, Fahrwerk und Nutzlastraum unter Berücksichtigung anthropometrischer Daten unterschiedlicher Nutzer_innengruppen, der Kabinengestaltung und ergonomischer Aspekte.
- Konfigurationsaerodynamik und Integration klassischer und neuartiger Luftfahrtantriebe in die Flugzeugzelle. Konzepte zur Reduktion von Lärm- und Schadstoffemissionen.

- Funktionen und Auslegung von Flugsteuerungs- und -regelungssystemen, Energie-, Kraftstoff-, Klima-, Enteisungs-, Avionik- und Datenbussystemen; Überblick über weitere sicherheitsrelevante Bordsysteme.
- Anforderungen, Prozesse und Richtlinien im Systems Engineering (z.B. SAE ARP4754, ARP4761, DO-178, DO-254, DO-160), Safety-Analysen (FHA, SSA, FTA, FMEA) und Entwicklung robuster Systemarchitekturen.
- Einführung in SysML und MBSE zur modellbasierten Beschreibung, Analyse und Dokumentation von Luftfahrzeugsystemen.
- Methoden: Parametrische Modellbildung, Regressionsverfahren, Entwurfssynthese, Sensitivitätsanalyse, Parameterstudien, Optimierung.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse in der Mechanik, Aerodynamik, Strömungslehre, Thermodynamik, Regelungstechnik und der Konstruktionslehre. Von Vorteil sind außerdem CAD-Kenntnisse und luftfahrtspezifisches Vorwissen.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus den Modulen: Strömungsmechanik 2 oder Thermodynamik 2 muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag mit dem Ziel, den Studierenden ein grundsätzliches Verständnis der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge von Auslegungs- und Güteparametern zu vermitteln. Demonstration der Zusammenhänge mittels animierter Diagramme (Applets) und unterstützender Medien (Videos) Vorstellung der Berechnungsmethoden in den Übungsteilen. In Kleingruppen werden anspruchsvolle Entwurfs- und Systemaufgaben bearbeitet die daraus gewonnen Ergebnisse werden schriftlich dokumentiert und in Form von Fachvorträgen präsentiert und diskutiert. Labor- und Feldversuche ermöglichen es, Messdaten zu erfassen, auszuwerten und mit Modellen zu vergleichen. Im Rahmen von Seminararbeiten sollen die Studierenden ihre theoretischen Kenntnisse vertiefen und sich darin üben, über ein selbst gewähltes Thema einen Vortrag zu halten und sich an einer wissenschaftlichen Diskussion aktiv zu beteiligen.

Für die Beurteilung werden schriftlichen Ausarbeitungen, Hausübungen, Protokolle, mündliche bzw. schriftliche Prüfungen und Präsentationen der Projektergebnisse herangezogen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 5,0/4,0 VU Flugzeugentwurf I (Aircraft Design I)
- 5,0/4,0 VU Flugzeugentwurf II (Aircraft Design II)
- 5,0/4,0 VU Luftfahrzeugsystemtechnik (Aircraft Systems Technology)
- 3,0/2,0 SE Seminar Luftfahrzeugentwurf (Seminar on Aircraft Design)
- 4,0/3,0 VU Systemtechnik (Systems Engineering)
- 3,0/2,0 LU Flugtechnisches Labor (Flight Lab)

Maschinenelemente und Tribologie

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

- Fähigkeit wichtige Labormessungen normgerecht durchzuführen (FZG-Test, tribologische Tests, Schalleistungsmessungen), korrektes Durchführen einer Getriebemontage, -demontage
- Erwerb der notwendigen Grundlagen im Bereich Reibung und Verschleiß. Der Fokus wird dabei auf tribologische Vorgänge im Kontakt von Konstruktionselementen gelegt.
- Aufbau des Verständnisses geschmierter tribologischer Kontakte im Bereich von Maschinenelementen. Erwerb der vertieften Grundlagen der Schmierungstechnik sowie die Anwendungsmöglichkeiten und Wirkung von Additivpaketen auf die Materialoberflächen in der Praxis.
- Vertieftes Verständnis für ausgewählte Kapitel der Maschinenelemente und Getriebe.
- Praxisnahe Kenntnisse auf dem Gebiet der Drucklufttechnik, selbstständiges Anwenden von aktuellen Firmenunterlagen, Auslegen einer kompletten Druckluftanlage.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- wichtige Labormessungen (FZG-Test, tribologische Tests, Schalleistungsmessungen) normgerecht durchzuführen.
- Getriebemontagen und -demontagen korrekt durchzuführen.
- Grundlagen zu Reibung und Verschleiß mit Fokus auf tribologische Vorgänge im Kontakt von Konstruktionselementen verständlich zu erklären.
- geschmierte tribologische Kontakte in Maschinenelementen sowie die Grundlagen der Schmierungstechnik strukturiert zu erläutern.
- den Einsatz von Additivpaketen auf Materialoberflächen in der Praxis zweckmäßig anzuwenden.
- ausgewählte Kapitel der Maschinenelemente zu erklären und
- der Getriebetechnik kritisch zu analysieren.
- aktuelle Firmenunterlagen zur Drucklufttechnik selbstständig zu benutzen.
- eine komplette Druckluftanlage auf Basis gegebener Anforderungen zu konzipieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Konstruktions- und Rechenübungen eigenständig zu bearbeiten.
- Laboraufgaben gemäß Sicherheits- und Qualitätsstandards fachgerecht durchzuführen.

- Rechenergebnisse und Konstruktionsentscheidungen nachvollziehbar zu erklären.
- Laborberichte und Konstruktionsdokumente normgerecht und eigenständig zu schreiben.
- Fehler in Berechnungen, Berichten und Ausführungen systematisch zu untersuchen.

Inhalt:

- Labormessungen (FZG-Test, Ausrichten, Schallleistung, tribologisches Labor ...)
- Grundlagen der Tribologie, Reibgesetze und Kontaktmechanik
- Begriff des Tribosystems
- Verschleißarten und Möglichkeiten der Verschleißmessung
- Herstellung von Schmierstoffen, Schmierstoffarten, Additivpakete
- Grundlagen und Einsatz von Druckluft, Druckluftherzeugung und Druckluftaufbereitung
- Druckluftnetz, Kompressoren, Betriebsraum, Kosten der Druckluft, Normen
- Auslegung einer Druckluftanlage und Erstellung einer Konstruktionszeichnung
- ISO-Getrieberechnung
- Maschinenakustik
- CE-Kennzeichnung
- Drehzahlgeregelte elektrische und hydraulische Antriebe
- Übersetzungsvariable Getriebe
- Vorträge von Industriepartnern
- Schäden an Maschinenkonstruktionen
- Schraubenverbindungen und -auslegungen nach VDI
- Erarbeitung und Präsentation von Themen zu ausgewählten Kapiteln der Maschinenelemente und Getriebe
- Konstruktion und Auslegung von speziellen Getrieben, Mitarbeit an Forschungsprojekten

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der Grundlagen der Maschinenelemente und Konstruktionslehre und der verwendeten gängigen Fachnormen, Grundkenntnisse in CAD

Verpflichtende Voraussetzungen:

- VO Maschinenelemente 1
- VO Maschinenelemente 2
- UE Maschinenelemente Konstruktionsübungen

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A4 (Werkstoffe) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vorträge, E-Learning, eigenständige Konstruktions- und Rechenübungen, Laborübungen. Schriftliche und/oder mündliche Prüfung mit Rechenbeispielen und/oder Theoriefragen, Beurteilung von Laborberichten bzw. ausgeführten Konstruktionen

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Die Lehrveranstaltungen aus Teil a sind verpflichtend zu absolvieren:

Teil a:

3,0/3,0 LU Maschinenelemente

3,0/2,0 VO Tribologie der Maschinenelemente

3,0/2,0 VO Geschmierte Kontakte - Einführung in die Schmierstoff-Oberflächenwechselwirkungen

Aus Teil b oder Teil c sind alle Lehrveranstaltungen zu wählen.

Teil b:

3,0/2,0 VO Spezielle Maschinenelemente

2,0/2,0 UE Spezielle Maschinenelemente

Teil c:

3,0/2,0 VO Getriebe Ausgewählte Kapitel

2,0/2,0 UE Getriebe Ausgewählte Kapitel

Mechanik dünner Strukturen

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die klassischen strukturmechanischen Theorien zu Linien- und Flächentragwerken hinsichtlich ihrer kinematischen Annahmen und den daraus resultierenden Anwendungsgrenzen zu klassifizieren.
- die etablierten Herangehensweisen zur Herleitung strukturmechanischer Theorien zu unterscheiden.
- analytische Lösungsansätze für akademische Beispielpunkte der Mechanik dünner Strukturen zu entwickeln.
- computergestützte Simulationsmodelle zu typischen Phänomenen dünner elastischer Strukturen (Schwingungen, Stabilitätsverlust, große Verformungen) zu konzipieren.
- die Aussagekraft von mechanischer Modellbildung, messtechnischer Untersuchung und Simulation zu beurteilen.
- aus ersten Ergebnissen Anpassungskonzepte für Modell, Rechnung, Experiment oder Messaufbau zu entwickeln.
- aktuelle wissenschaftliche Arbeiten zum Thema zu analysieren.

- weiterführende Inhalte der Strukturmechanik auf Basis wissenschaftlicher Publikationen zu präsentieren.
- die Grundlagen und fundamentalen mathematischen Konzepte der Plastizitätstheorie zu erläutern.
- mechanische Modelle für spezielle Probleme der elasto-plastischen Verformung dünner Strukturen zu entwerfen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- komplexe Inhalte adressatengerecht zu kommunizieren.
- Simulations- und Analysewerkzeuge zielgerichtet anzuwenden.
- Modellannahmen und Ergebnisse fundiert zu bewerten.
- den eigenen Wissensstand realistisch zu reflektieren.
- komplexe Aufgaben selbstverantwortlich zu strukturieren.

Inhalt:

- Grundzüge der Tensoralgebra und Differentialgeometrie sowie Grundlagen der Lagrange'schen Mechanik
- Theorien der materiellen Linien und Flächen, Anwendung kinematischer Hypothesen, Methode der asymptotischen Entwicklung und hybride Methoden
- Starke und schwache Formulierung der geometrisch linearen und nichtlinearen Theorien der Mechanik elastischer Strukturen für Balken, Platten und Schalen
- Analytische Lösung und numerische Näherungsverfahren (finite Differenzen, Ritz, FEM) für strukturmechanische Problemstellungen und computergestützte Implementierung
- Simulation eines Laborversuchs und experimentelle Validierung im physikalischen Experiment
- Fundamentale Plastizitätstheorie und spezielle Probleme elasto-plastischer Verformung dünner Strukturen

Erwartete Vorkenntnisse:

Lineare Algebra, numerische Ingenieursmathematik, Differentialrechnung und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher sowie Kenntnisse aus den Modulen Mechanik 3 und Höhere Festigkeitslehre.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Struktursimulation muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VU Linientragwerke
3,0/2,0 VU Flächentragwerke
3,0/2,0 VU Computergestützte Strukturmechanik
3,0/2,0 VO Strukturplastizität
3,0/3,0 LU Mechanik dünner Strukturen
2,0/2,0 SE Mechanik dünner Strukturen

Mechatronische Systeme

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Mechatronik ist ein zentrales Fachgebiet des modernen Maschinenbaus und lebt vom engen Zusammenspiel von Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik. Dieses Modul vermittelt die wichtigsten Kenntnisse für die Entwicklung, Analyse, Realisierung und den intelligenten Betrieb mechatronischer Systeme. Dabei wird ein Fokus auf den simulationsbasierten Entwurf (z.B. Finite-Elemente-Methoden, mechanische oder datenbasierte Ersatzmodelle) von mechatronischen Systemen (wie z.B. elektromagnetische Antriebe, piezoelektrische Stapelaktoren für die Einspritztechnik, aktive Schwingungskompensation bei Leichtbauteilen, MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems)-Mikrofone und Lautsprecher, Dynamik von Flüssigkeiten in bewegten Behältern, etc.) gelegt. Es werden wesentliche Methoden und Verfahren im Bereich der Modellbildung, der Simulation und der Identifikation vermittelt, welche entscheidende Werkzeuge für die Entwicklung derartiger Systeme darstellen.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die interdisziplinären Zusammenhänge mechatronischer Systeme aus Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik zu erläutern.
- mechatronische Systeme mit gekoppelten physikalischen Feldern mathematisch zu modellieren.
- Finite-Elemente-Methoden zur Simulation von Mehrfeldproblemen in Sensorik und Aktorik anzuwenden.
- das dynamische Verhalten mechatronischer Systeme anhand simulationsbasierter Modelle zu analysieren.
- geeignete Ersatz- und Surrogatmodelle (mechanisch oder datenbasiert) für komplexe mechatronische Systeme abzuleiten.
- experimentelle Daten zur Identifikation und Parametrierung von Modellen mechatronischer Systeme auszuwerten.
- Modelle realer Versuchsaufbauten zur Regelung mechatronischer Systeme zu validieren.
- simulations- und experimentbasierte Methoden zur Auslegung und Optimierung mechatronischer Systeme zu entwickeln.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- komplexe technische Problemstellungen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen strukturiert zu analysieren.
- geeignete Modellierungs-, Simulations- und Identifikationsmethoden problemabhängig auszuwählen.
- Ergebnisse aus Simulation und Experiment kritisch zu bewerten und gegenüberzustellen.
- eigenständig Lösungsstrategien für mechatronische Entwicklungsaufgaben zu konzipieren.
- technische Ergebnisse und Modellannahmen fachlich präzise und adressatengerecht zu präsentieren.
- in interdisziplinären Teams effizient zu kommunizieren und kooperativ zu arbeiten.

Inhalt:

- Finite Elemente Methoden für Mehrfeldprobleme im Bereich der Sensorik und Aktorik (elektromagnetisch-mechanische, piezoelektrisch-mechanische, mechanisch-akustische Kopplungen, etc.)
- Modellierung, Simulation, Parametrierung eines realen Versuchsaufbaus samt experimenteller Validierung
- Aufgabenstellungen der Parameterschätzung, Zustandsschätzung oder Regelung lösen und dies am realen Versuchsaufbau experimentell validieren
- Vertiefung in relevante Gebiete wie:
 - Finite Elemente gekoppelter Feldprobleme
 - Piezoelektrische und elektro-aktive Strukturen
 - Identifikation und experimentelle Modellbildung

Erwartete Vorkenntnisse:

- Mathematische Grundkenntnisse (Lineare Algebra, Approximation, Interpolation, Signaltransformationen, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen)
- Kenntnisse aus dem Bereich „Mechatronik“
- Kenntnisse aus dem Modul „Einführung in die Finite Elemente Methoden“ (Modulgruppe Aufbaumodule)
- Kenntnisse der LVA “Feedback Control”

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Regelungstechnik 2 muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Alle Vorlesungen sind interaktiv gestaltet. Theoretische Darlegungen werden von Anwendungen aus der Praxis begleitet. In den Übungen wird die Anwendung der in den Vorlesungen

vermittelten Inhalte anhand von Beispielen aus der Ingenieurspraxis eingeübt. Schriftliche und/oder mündliche Teilprüfungen während bzw. nach dem Ende der jeweiligen Lehrveranstaltung, Protokollierung und praktische Umsetzung bzw. Funktionstests. Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Verpflichtend:

3,0/3,0 SE Seminar Mechatronische Systeme

4,0/3,0 LU Labor Mechatronische Systeme

Lehrveranstaltungen im Ausmaß von mindestens 7,0 ECTS aus:

4,0/3,0 VU Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme I

3,0/2,0 VO Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme II

2,0/2,0 UE Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme II

3,0/2,0 VO Identifikation – Experimentelle Modellbildung

1,0/1,0 UE Identifikation – Experimentelle Modellbildung

2,0/2,0 LU Regelungstechnik Vertiefungslabor

3,0/2,0 VU Modalanalyse

Modellierung gekoppelter Feldprobleme

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Zahllose technische Systeme basieren auf dem Zusammenspiel verschiedener physikalischer Effekte. Oft ist deren Beschreibung als Feldprobleme, typischerweise mittels partieller Differentialgleichungen, zielführend. Dieses Modul vermittelt vertiefende Kenntnisse im Bereich der physikalischen Modellierung und numerischen Simulation gekoppelter Feldprobleme. Dabei wird das erforderliche physikalische Hintergrundwissen von mechanischen, elektromagnetischen, strömungsmechanischen, thermischen oder akustischen Feldern sowie deren Kopplungen vermittelt, um konkrete Problemstellungen aus der Praxis behandeln zu können, beispielsweise MEMS Systeme, Elektrodynamische Aktuatoren, oder Strömungsmaschinen.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die physikalischen Grundlagen mechanischer, elektromagnetischer, strömungsmechanischer, thermischer und akustischer Felder sowie deren Kopplungen zu erklären sowie

- numerische Lösungsstrategien für (gekoppelte) Feldprobleme zu beschreiben und anzuwenden.
- alle notwendigen Schritte für eine erfolgreiche Analyse von der Modellbildung über das Pre-Processing, der eigentlichen Berechnung bis hin zur Ergebnisdarstellung selbstständig durchzuführen.
- die Simulationsergebnisse physikalisch richtig zu beurteilen, um
- bei der Verbesserung bestehender und der Entwicklung neuer technischer Systeme die richtigen Schritte zu wählen oder
- aus Simulationsergebnissen entsprechende Schritte zur Produktverbesserung abzuleiten.
- forschungsrelevante Themen zu bestimmen und zu bearbeiten.
- Entwicklungen voranzutreiben, Anwendungen zu entwickeln und
- deren Auswirkungen auf Industrie, Wissenschaft, Gesellschaft und Umwelt kritisch zu evaluieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die angewandten Lösungsstrategien und erzielten Ergebnisse in einem technischen Bericht zu dokumentieren und zu präsentieren.
- alleine und in kleinen Gruppen Fragestellungen im Bereich gekoppelter Feldprobleme zu analysieren.
- Problemstellungen analytisch, methodisch sowie lösungs und gestaltungsorientiert zu analysieren.
- Entwicklungen im Bereich der Modellierung von gekoppelten Feldproblemen und ihr eigenes Handeln kritisch zu beurteilen.
- wissenschaftliche Arbeitsprozesse selbstverantwortlich zu organisieren.
- Inhalte adressatengerecht im Team zu präsentieren.
- aktuelle Fachinformationen systematisch zu sammeln und zu beurteilen.

Inhalt:

- Grundlagen der Modellierung von gekoppelten Feldproblemen: Physikalische Modelle, Kopplungstypen, numerische Strategien
- Grundlagen von mechanischen, elektromagnetischen, strömungsmechanischen, thermischen und akustischen Feldern sowie deren Kopplungen
- Physikalische und mathematische Modellierung und numerische Simulation
- Simulationen von technischen Systemen (z.B. elektromagnetische Schienenbremse, Induktionsheizanalgen, piezoelektrische MEMS-Lautsprecher, MEMS und NEMS Druck- und Viskositätssensoren sowie Mikrofone, Strömungsmaschinen etc.)

Erwartete Vorkenntnisse:

- Kenntnisse aus der Mechanik und Elektrotechnik, insbesondere Strömungsmechanik, Festkörpermechanik und elektromagnetische Felder

- Grundkenntnisse aus der Mathematik, insbesondere lineare Algebra, Analysis (partielle Differentialgleichungen)
- Kenntnisse aus der numerischen Mathematik, insbesondere numerische Integration, Lösung von Anfangs- und Randwertproblemen, Gleichungslöser.
- Abstraktes Denken, Analysefähigkeit und Problemlösekompetenz. Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit und Selbstorganisation.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul der Aufbaumodulkategorie A1 (Numerische Methoden) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Gendersensible Lehre wird von allen Lehrenden praktiziert und Diversität wird durch Anstreben eines ausbalancierten Lehrenden-Teams im Modul vorgelebt.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Folgende Lehrveranstaltung ist verpflichtend zu absolvieren:

3,0/2,0 SE Modellierung gekoppelter Feldprobleme

Weitere 11 ECTS sind aus nachfolgender Liste auszuwählen:

4,0/3,0 VU Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme I

3,0/2,0 VO Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme II

2,0/2,0 UE Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme II

4,0/3,0 VU Fluid-Structure Interaction

3,0/2,0 VO Theorie, Modellierung und Simulation mikro- und nanoelektromechanischer Systeme (MEMS/NEMS)

Mobilität, Energie und Umwelt

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Das Ziel des Moduls ist die „Zero Impact Mobility“ – mittel- und längerfristig müssen Emissionen und Umweltwirkungen von Fahrzeugen auf ein nicht mehr umweltrelevantes Niveau abgesenkt werden. Die Studierenden kennen nach Absolvierung des Moduls wissenschaftliche und technologische Methoden für die Erforschung, Entwicklung und Validierung energieeffizienter und möglichst emissionsarmer Fahrzeugantriebe.

Die Studierenden verstehen die grundlegenden Architekturen und Betriebsstrategien hybrider Fahrzeugantriebssysteme sowie deren Einfluss auf Energieeffizienz, Emissionen und Umweltwirkungen und können diese im Kontext der Gesamtfahrzeugauslegung und der angestrebten Emissionsreduktion einordnen und bewerten.

Die Studierenden sind in der Lage, technologische Lösungen für neue Fahrzeugantriebssysteme) und die dazugehörige Infrastruktur (nachhaltige Kraftstoffe wie e-Fuels und Wasserstoff sowie erneuerbare elektrische Energie) nachzuvollziehen, zu analysieren und zu bewerten.

Die Studierenden sind in der Lage, die Umweltwirkungen im Lebensweg von Fahrzeugen mittels der Life-Cycle-Assessment-Methodik nachzuvollziehen, zu analysieren und in grundlegender Form selbstständig zu bestimmen. Sie können zudem elementare Zusammenhänge und Prozesse bei der Energiewandlung in KFZ-Antriebssystemen sowie bei deren Emissionen berechnen.

Dies dient der Vorbereitung sowohl für Tätigkeiten in Wissenschaft und Industrie. Im Vordergrund steht das eigenständige Erarbeiten technologischer Lösungen für die genannten Ziele, die Überleitung der Konzepte und Technologien in die Ingenieur Anwendung sowie die Anwendung und Übung experimenteller und berechnungstechnischer Methoden anhand aktueller Forschungsfragen.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- wissenschaftliche und technologische Methoden zur Erforschung, Entwicklung und Validierung energieeffizienter und emissionsarmer Fahrzeugantriebe präzise zu beschreiben.
- technologische Lösungen für neue Fahrzeugantriebssysteme sowie deren infrastrukturelle Einbettung fundiert zu analysieren und zu beurteilen.
- grundlegende Zusammenhänge und Prozesse der Energiewandlung sowie der Emissionen von KFZ-Antriebssystemen zu verstehen und zu berechnen.
- Lebenszyklusanalysen/Ökobilanzen von KFZ-Antriebssystemen zu analysieren und in grundlegender Form aufzustellen
- technologische Lösungsansätze zur Erreichung der Ziele energieeffizienter und emissionsarmer Mobilität eigenständig zu entwickeln.
- Anforderungen und Perspektiven wissenschaftlicher Tätigkeiten sowie der ingenieurwissenschaftlichen Praxis in diesem Themenfeld strukturiert darzustellen.
- experimentelle und berechnungstechnische Methoden im Kontext aktueller Forschungsprojekte systematisch durchzuführen.
- Innovationspotenziale in Forschungs- und Entwicklungsprojekten begründet zu evaluieren.
- rechnerische Untersuchungsansätze für Fragestellungen im Bereich nachhaltiger Fahrzeugantriebe eigenständig zu konzipieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Grundlagen, Methoden und Ergebnisse adressatengerecht zusammenzufassen und zu präsentieren.
- Fachinhalte und Projektergebnisse zu präsentieren.
- wissenschaftliche Argumentationslinien präzise zu formulieren.

- Protokolle und Berichte nachvollziehbar zu schreiben.
- nachhaltigkeitsbezogene Entscheidungen in Entwicklungsprojekten nachvollziehbar zu begründen.

Inhalt:

- Technologie hybrider Fahrzeugantriebssysteme
- Architekturen und Betriebsstrategien hybrider Fahrzeugantriebssysteme sowie deren Einfluss auf Energieeffizienz, Emissionen und Umweltwirkungen
- Wirkprinzipien, Auslegung und Betriebsverhalten katalytischer Abgasreinigungssysteme für Verbrennungsmotoren, einschließlich Drei-Wege-Katalysator, Oxidationskatalysator und SCR-Systemen
- Experimentelle und berechnungstechnische Methoden zur Analyse und Optimierung von Abgasemissionen und der Klimarelevanz von Fahrzeugantrieben
- Berechnungs- und Validierungsmethoden zur Bewertung der globalen und lokalen Umweltwirkungen von Fahrzeugen, einschließlich der Bilanzierung von Energieträgern und Emissionen entlang des Fahrzeuglebenswegs
- Umweltwirkungen zukünftiger Fahrzeugantriebstechnologien und Kraftstoffe, insbesondere Verbrennungsmotoren, unter Berücksichtigung von Energieeffizienz und Emissionen
- Internationale gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Regelwerke im Kontext von Emissionen, Umweltwirkungen und Fahrzeugzulassung
- Grundlagen der Schallentstehung und Schallausbreitung bei automobilen Anwendungen als Bestandteil der Umweltwirkungen von Fahrzeugen
- Mess- und Berechnungsmethoden zur akustischen Optimierung des Gesamtsystems Fahrzeug–Reifen–Fahrbahn

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagenkenntnisse der Fahrzeugantriebe, Reaktionskinetik, Strömungsmechanik, Maschinendynamik und Messtechnik. Fähigkeit zur Lösung angewandter Fragestellungen der genannten physikalischen Grundlagen. Kenntnisse der englischen Sprache.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A3 (Strömungsmechanik und Thermodynamik) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Vorträge über die theoretischen Grundlagen und die relevanten Berechnungs- und Experimentalmethoden
- Präsentation von Ausführungsbeispielen, Trends basierend auf aktuellen internationalen Forschungsprojekten
- Skripten stehen zur Verfügung - ein Teil der Lehrveranstaltungen wird in englischer Sprache abgehalten.
- Vorlesungen mit schriftlicher oder mündlicher Prüfung zur Theorie, der zugrundeliegenden Methodik und ingenieurwissenschaftlichen Anwendung

- Seminararbeiten mit Vortrag gemäß internationalem wissenschaftlichem Präsentationsstandard

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Verpflichtende Lehrveranstaltungen im Modul:

- 3,0/2,0 VO Hybridantriebe
- 2,0/2,0 LU Fahrzeugantriebe - Abgas und Energie
- 2,0/1,5 VO Motor Vehicle Noise Emissions
- 3,0/2,0 SE Automobil, Energie und Umwelt
- 2,0/1,5 VO Großmotoren

Weitere 2,0 ECTS können aus folgenden Lehrveranstaltungen gewählt werden:

- 2,0/1,5 VO Automotive Exhaust Emissions
- 2,0/1,5 VO Katalytische Abgasreinigung an Verbrennungsmotoren

Numerische Strömungsmechanik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse numerischer Methoden der Strömungsmechanik und deren Anwendung auf komplexe, insbesondere turbulente und aerodynamische Strömungsprobleme. Die Studierenden sind in der Lage, numerische Modelle für Strömungen und Turbulenz sachgerecht auszuwählen, anzuwenden und kritisch zu bewerten sowie Simulationsergebnisse fachlich fundiert zu interpretieren.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- grundlegende und weiterführende numerische Methoden der Strömungsmechanik strukturiert darzustellen.
- partielle Differentialgleichungen der Strömungsmechanik mit geeigneten Diskretisierungs- und Lösungsverfahren numerisch zu behandeln.
- Modelle zur Beschreibung turbulenter Strömungen einzuordnen sowie deren Annahmen und Gültigkeitsbereiche zu bewerten.
- numerische Simulationen komplexer Strömungen eigenständig durchzuführen und auszuwerten.
- rechnergestützte Programme zur Berechnung turbulenter Strömungen sachgerecht anzuwenden.
- aerodynamische Problemstellungen mit Methoden der Numerische Aerodynamik zu analysieren.

- Ergebnisse numerischer Simulationen kritisch zu interpretieren, zu validieren und fachlich korrekt darzustellen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- komplexe numerische und strömungsmechanische Fragestellungen selbstständig zu strukturieren und zielgerichtet zu bearbeiten.
- wissenschaftliche Modelle, numerische Methoden und Simulationsergebnisse klar, präzise und nachvollziehbar zu präsentieren.
- numerische Resultate kritisch zu reflektieren und fachlich fundiert zu diskutieren.
- relevante Fachliteratur im Bereich numerische Strömungsmechanik und Turbulenz selbstständig zu recherchieren und einzuordnen.
- im fachlichen Austausch konstruktiv zu argumentieren sowie Feedback aufzunehmen und umzusetzen.

Inhalt:

Das Modul umfasst vertiefende Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der numerischen Strömungsmechanik, der Turbulenzmodellierung und der Numerische Aerodynamik. Behandelt werden numerische Lösungsverfahren für die Gleichungen der Strömungsmechanik, rechnergestützte Methoden zur Simulation turbulenter Strömungen sowie fortgeschrittene Anwendungen in der Aerodynamik. Aktuelle Fragestellungen der numerischen Strömungssimulation und Turbulenz werden ergänzend in Seminarformaten diskutiert.

Erwartete Vorkenntnisse: Keine.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbauomodul aus der Aufbauomodulkategorie A1 (Numerische Methoden) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden:

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Folgende Lehrveranstaltung ist verpflichtend zu absolvieren:

5,0/4,0 VU Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Weitere Lehrveranstaltungen von in Summe mindestens 9 ECTS sind aus nachfolgender Liste auszuwählen:

3,0/2,0 UE Berechnung turbulenter Strömungen mit Computerprogrammen

3,0/2,0 VU Numerische Modellierung turbulenter Strömungen

3,0/2,0 SE Seminar Turbulenz

5,0/3,0 VU Computational Aerodynamics

3,0/2,0 VO Numerische Methoden für Strömungsmaschinen

Die Lehrveranstaltungen sind so zu wählen, dass für das gesamte Modul ein Ausmaß von mindestens 14 ECTS erreicht wird.

Production Information Management

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Das Vertiefungsmodul „Production Information Management (PIM)“ fokussiert auf KI-basierte Methoden zur Erfassung, Strukturierung, Modellierung und Analyse von Daten und Informationen in industriellen cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS). Die Inhalte sind auf Anforderungen der Produktentwicklung und Fertigungstechnik sowie des Produktions- und Engineering Managements ausgerichtet.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- verschiedene methodische Ansätze für die Gestaltung, Entwicklung und Evaluierung von Informationssystemen benennen und unterscheiden.
- Anforderungen für die Gestaltung menschenzentrierter cyber-physischer Produktionssysteme (CPPS) zu ermitteln und zu formulieren.
- CPPS aus Sicht der Informationssysteme und des Ingenieurwesens zu entwerfen.
- geeignete Methoden und Werkzeuge der Systemmodellierung entsprechend domänen-/unternehmens-/prozessespezifischen Problemstellungen auszuwählen und anzuwenden.
- CPPS und ihre zugehörigen datengetriebenen Prozesse in den operativen und Management-Dimensionen einer Smart Factory zu definieren und zu erkennen.
- „Rollen und Wissensobjekte – insbesondere “knowledge holders,” “knowledge producers,” “knowledge users,” and “knowledge assets” – im Kontext von CPPS konzeptionell zu beschreiben und formal abzubilden.
- geeignete Methoden und Werkzeuge aus Data Science/KI und Knowledge Engineering auszuwählen und anzuwenden (einschließlich Machine Learning und Predictive Analytics sowie Large Language Models und Foundation Models).
- Daten zu analysieren, neue Muster zu lernen und schlusszufolgern, einschließlich Prognosen und Handlungsempfehlungen (Empfehlung von Maßnahmen).
- die Wissenslandkarte einer Smart Factory zu entwickeln und die erforderlichen KI- und Data-Science-Methoden (einschließlich Data Analytics und Knowledge Engineering) auszuwählen, um CPPS-Daten zu verarbeiten und nutzbar zu machen sowie Entscheidungsprozesse zu unterstützen.
- alle entstehenden Daten über den gesamten zirkulären Lebenszyklus von Produkten und ihrer Produktionsumgebung in einem geschlossenen Informationskreislauf zu organisieren (Circular Product Lifecycle Management).

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- zentrales Wissen aus Vorlesungen, Vorlesungsübungen und Praxisübungen zusammenzufassen.
- grundlegende Beiträge im Informationsmanagement kritisch zu analysieren und zu diskutieren.
- methodisches Wissen aus Informations- und Wissensmanagement sowie Data Science und KI durch interaktive Kurselemente und Use Cases anzuwenden.
- Projekte zu entwickeln und die Ergebnisse zu präsentieren.
- wissenschaftliche Ausarbeitungen zu Themen des „Production Information Management“ für die Seminarbewertung zu verfassen.
- Frontalvorlesungen und E-Lectures effektiv zum Lernen zu nutzen.

Inhalt:

Industrial Artificial Intelligence (IAI) VO

Die VO untersucht, wie sich das Wissensmanagement im Zeitalter der künstlichen Intelligenz und Foundation Models über traditionelle Systeme hinaus weiterentwickelt. Er zeigt, wie Organisationen Daten mithilfe von Ansätzen wie NLP, Wissensgraphen und großen Sprachmodellen (LLMs) in handlungsrelevantes Wissen verwandeln. Der Schwerpunkt liegt auf dem konzeptionellen Verständnis statt auf der technischen Implementierung und versetzt die Studierenden (als zukünftige Ingenieurinnen und Ingenieure, Forschende oder Führungskräfte) in die Lage, KI-gestützte Wissenssysteme in industriellen Kontexten effektiv anzuwenden.

Industrial Data Science (IDS) UE

Die UE darauf ab, theoretische Methoden der Industrial Data Science (IDS) und der Industrial AI in die Praxis umzusetzen. Die Studierenden lernen, zentrale IDS-Konzepte zu definieren und anzuwenden sowie Künstliche Intelligenz, Machine Learning, Deep Learning, Natural Language Processing und semantische Technologien innerhalb von IDS zu unterscheiden und zu kontextualisieren. Darüber hinaus lernen sie, mithilfe der CRISP-DM-Methodik und anhand realer Datensätze geeignete Methoden, Techniken und Werkzeuge (Plattformen) für IDS-Projekte auszuwählen und etablierte Konzepte und Klassifikationen des Datenmanagements sowie statistische Verfahren und Datenvisualisierung für Storytelling und die wirkungsvolle Präsentation von IDS-Projekten anzuwenden.

Production Information Management Systems (PIMS) VU

Die VU führt in die Grundlagen von Informationssystemen (IS) und Softwaredesign im Kontext cyber-physischer Produktionssysteme ein, mit starkem Fokus auf AR/XR-gestützte Anwendungen im Asset Management. Die Studierenden lernen die Eigenschaften von Production Information Management Systems (PIMS), relevante theoretische Grundlagen sowie praktische Methoden zur Spezifikation und Gestaltung von PIMS, die insbesondere Anwendungen im Kontext der Instandhaltung sowie des

zirkulären Produkt- und Asset-Managements über den Lebenszyklus unterstützen. Zu den Kernthemen zählen Requirements Engineering, Systemarchitektur und -design, Prozessmodellierung und Process Mining, ergänzt durch die Rolle von AR/XR für kontextbewusste Informationsbereitstellung, digitale Arbeitsanweisungen, Remote Assistance und Inspektion. Der Kurs schlägt eine Brücke zwischen Kompetenzen des Industrial Engineering und Kompetenzen des Informationssystem-Designs für ein modernes, digital erweitertes Asset Management.

Digital Simulation of Ergonomics and Robotics (DSER) VU

In dieser VU machen sich die Studierenden mit einer Reihe von Simulationswerkzeugen vertraut und bearbeiten eigenständig Einführungsszenarien in angeleiteten Lernumgebungen. Weitere Bestandteile sind Simulationsübungen auf Basis industrieller Use Cases sowie Analysen zu digitaler Ergonomie, Prozessen und Robotik. In den eingesetzten Simulationsumgebungen lernen die Studierenden zudem, robotische Anwendungen zu integrieren, zu parametrisieren und gezielt zu modifizieren.

Seminararbeit Smart Production Systems (SMS) SE

Nach erfolgreichem Abschluss des Seminars sind die Studierenden in der Lage, den Stand der Technik in Smart Manufacturing Systems und zirkulärem Produktionsmanagement systematisch zu erforschen und zu synthetisieren, mit Fokus auf Nachhaltigkeit, Resilienz und Menschenzentrierung. Sie können eine strukturierte Literaturübersicht durchführen, wissenschaftliche Beiträge kritisch bewerten und vergleichen sowie fundierte Erkenntnisse, Forschungslücken und zukünftige Richtungen ableiten. Das Seminar betont kritisches Denken und konzeptionelle Integration über zentrale Schlüsseltechnologien für industrielle Souveränität hinweg, wie KI und datengetriebene Methoden, Robotik und Automatisierung, XR-gestützte Assistenz sowie aufkommende Paradigmen wie Quantencomputing, unter Berücksichtigung von Anwendbarkeit, Reifegrad und Auswirkungen auf die industrielle Praxis.

Erwartete Vorkenntnisse:

- Grundlagen des Produktionsmanagements
- Grundlagen der Programmierung
- Sehr gute Englischkenntnisse

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A1 (Numerische Methoden) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Wissen wird durch Vorlesungen, angeleitete Übungen und praxisnahe Hands-on-Sessions vermittelt. Die analytischen und synthetischen Fähigkeiten der Studierenden werden durch das Lesen und die kritische Diskussion grundlegender Beiträge im Informationsmanagement und der Industrial AI gestärkt. Methodische Kompetenzen im Informationsmanagement und in der Data Science werden durch interaktive Kurselemente

weiterentwickelt und auf verschiedene Use Cases angewendet. Das Modul wird in einem Blended-Format angeboten, das Präsenzlehre und E-Lectures kombiniert. Projektarbeit und die Präsentation der Ergebnisse sind integrale Bestandteile. Das Seminar bewertet die Fähigkeit der Studierenden, Themen des Production Information Management wissenschaftlich fundiert auszuarbeiten.

Gendersensible Lehre wird von allen Lehrenden praktiziert und Diversität wird durch Anstreben eines ausbalancierten Lehrenden-Teams im Modul vorgelebt.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 3,0/2,0 VO Industrial Artificial Intelligence (IAI)
- 2,0/2,0 UE Industrial Data Science (IDS)
- 3,0/2,0 VU Production Information Management Systems (PIMS)
- 3,0/2,0 VU Digital Simulation of Ergonomics and Robotics (DSER)
- 3,0/2,0 SE Seminararbeit Smart Production Systems (SMS)

Bei der Lehrveranstaltung VU Digitale Simulation von Ergonomie und Robotik (DSER) kann es zu Teilnehmer_innenbeschränkung kommen. Es stehen 7 Plätze zur Verfügung. Diese Plätze werden im Informationssystem für Lehre nach dem Prioritätsgrundsatz ("first come first served") vergeben.

Rehabilitationstechnik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Aneignung von theoretischem und praktischem Wissen über Prinzipien und Anwendungen in der Rehabilitation. Überblick über Problemstellungen und Untersuchungsmethoden, Kenntnis der aktuell angewandten Methoden und Technologien in der Rehabilitationstechnik. Schwerpunkte bilden die Rehabilitation motorischer Funktionen und insbesondere die Prothetik und Anwendungen der Funktionellen Elektrostimulation (FES). Fähigkeit selbstständig in der Forschung und Entwicklung in der Rehabilitationstechnik tätig zu werden und sowohl technische Machbarkeit als auch die Auswirkungen auf den Gesamtorganismus abzuschätzen. Veranschaulichung gängiger biomechanischer Untersuchungsmethoden in der Rehabilitationstechnik und deren praktischer Anwendung. Anatomische und physiologische Zusammenhänge von Muskulatur und Stützapparat mit Hilfsmitteln und Versorgungssystemen für Rehabilitation, Orthopädie und Sport verstehen und anwenden. Auseinandersetzung mit aktuellen internationalen Forschungsarbeiten, Ausarbeitung und Präsentation eines ausgewählten Themas.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Prinzipien und Anwendungen in der Rehabilitation zu beschreiben.
- Problemstellungen und Untersuchungsmethoden der Rehabilitationstechnik zu erläutern sowie
- aktuell angewandte Methoden und Technologien zusammenzufassen.
- Schwerpunkte der Rehabilitation motorischer Funktionen, der Prothetik und der Funktionellen Elektrostimulation (FES) zu erläutern.
- sowohl die technische Machbarkeit als auch die Auswirkungen geplanter Lösungen auf den Gesamtorganismus zu beurteilen.
- gängige biomechanische Untersuchungsmethoden in der Rehabilitationstechnik und deren praktische Anwendung zu demonstrieren.
- medizinische und biomechanische Grundlagen, Untersuchungsmethoden sowie klassische und innovative Technologien der Rehabilitationstechnik darzustellen.
- Konzepte der Rehabilitation motorischer Funktionen, der Assistive Technologies, der Exo- und Endoprothetik sowie der Neuroprothetik zu erläutern.
- medizinische und technische Grundlagen der Funktionellen Elektrostimulation zu zusammenzufassen.
- anatomische und physiologische Zusammenhänge von Muskulatur und Stützapparat mit Hilfsmitteln und Versorgungssystemen für Rehabilitation, Orthopädie und Sport sachgerecht anzuwenden.
- Methoden zur Optimierung sportlicher Bewegung zielgerichtet gegenüberzustellen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- aktuelle internationale Forschungsarbeiten zu analysieren.
- ein ausgewähltes Thema adressatengerecht zu präsentieren.
- Grundthesen aktueller wissenschaftlicher Literatur zusammenzufassen.
- Thesen aus aktueller wissenschaftlicher Literatur auf Grundlage des Gelernten kritisch-konstruktiv in Partner- und Gruppenarbeiten zu diskutieren und zu beurteilen.

Inhalt:

- Medizinische und biomech. Grundlagen, Untersuchungsmethoden und sowohl klassische als auch innovative Technologien und ausgewählte Beispiele aus der Rehabilitationstechnik.
- Rehabilitation von motorischen Funktionen, Anwendungen auf dem Gebiet der ‚Assistive Technologies‘ und insbesondere der Prothetik. Medizinische und biomech. Grundlagen der Exo- und Endoprothetik. Aktuelle Entwicklungen in der Neuroprothetik, klassische und innovative Systeme von Arm- und Beinprothesen, Werkstoff- und Konstruktionselemente.
- Medizinische und technische Grundlagen der Funktionellen Elektrostimulation; Wiederherstellung von sensorischen, vegetativen und motorischen Körperfunktionen mittels FES und Anwendungen; Modellierung der Muskelkraftherzeugung durch FES und Bewegungsanalyse/-optimierung.

- Grundlagen der Kraftentwicklung in der Muskulatur und deren Beschreibung
- Konkrete Anwendungen in der Optimierung sportlicher Bewegung
- Einbeziehung genderspezifischer Unterschiede

Erwartete Vorkenntnisse:

- Grundkenntnisse in Mechanik
- Anatomische und Biomechanische Grundkenntnisse („medizinisches Basisvokabular“)

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbauomodul aus der Aufbauomodulkategorie A2 (Technische Mechanik) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag der theoretischen Grundlagen. Studium aktueller wissenschaftlicher Literatur. Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zu den theoretischen Grundlagen und Präsentation von ausgewählten Themen.

Gendersensible Lehre wird von Lehrenden praktiziert und Diversität wird durch Anstreben eines ausbalancierten Lehrenden-Teams im Modul vorgelebt.”

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Rehabilitationstechnik

2,0/2,0 LU Rehabilitationstechnik

3,0/2,0 SE Rehabilitationstechnik

3,0/2,0 VO Prothetik

3,0/2,0 VU Technische Wiederherstellung von Körperfunktionen durch funktionelle Elektrostimulation

3,0/2,0 LU Bewegungsanalyse

3,0/2,0 VO Der Motor Muskel

2,0/2,0 LU Der Motor Muskel

Schienenfahrzeugbau

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die Fahrtechnik und das Systemverhalten moderner Schienenfahrzeuge zu analysieren und hinsichtlich Sicherheit, Komfort und Energieeffizienz zu beurteilen.
- den konstruktiven Aufbau von Wagenkästen und Fahrwerken unter Berücksichtigung physikalischer, fertigungstechnischer und normativer Randbedingungen zu konzipieren.
- relevante Normen, Richtlinien und Nachweisverfahren im Schienenfahrzeugbau anzuwenden und deren Auswirkungen auf die Auslegung und Bewertung von Fahrzeugkonzepten zu beurteilen.
- typische Berechnungs- und Simulationsaufgaben zur Fahrdynamik und zur Struktur von Schienenfahrzeugen zu untersuchen und mit geeigneten ingenieurwissenschaftlichen Methoden zu lösen.
- experimentelle Untersuchungen im Labor zu Schienenfahrzeugen zu planen, Messdaten zu erheben und diese hinsichtlich ihrer Aussagekraft und ihrer Grenzen zu evaluieren.
- neuartige Fahrzeug- und Komponentenkonzepte (insbesondere Wagenkasten oder Fahrwerk) zu entwerfen und aus den funktionalen sowie betrieblichen Anforderungen geeignete Gestaltungslösungen abzuleiten und zusammenzustellen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- eine wissenschaftliche Fragestellung aus der Schienenfahrzeugtechnik zu entwickeln, einschlägige Fachliteratur gezielt zu sammeln und die gewonnenen Erkenntnisse in einer Seminararbeit nachvollziehbar zu präsentieren.
- ihre fachlichen Positionen im Rahmen von Präsentationen und Diskussionen zu argumentieren und Rückmeldungen aus dem Plenum kritisch zu kritisieren und in die eigene Lösungsstrategie zu integrieren.
- die Bearbeitung von Konstruktions-, Rechen- und Seminaraufgaben im Modul eigenständig zu organisieren.
- Arbeitsabläufe im Projektteam zu planen und ihren Beitrag zur Lösung komplexer Problemstellungen im Schienenfahrzeugbau transparent darzustellen.

Inhalt:

- Anforderungen an moderne Schienenfahrzeuge.
- Fahrzeugübergreifende Disziplinen, wie Fahrzeuglauf, Aerodynamik, Fahrkomfort, Sicherheit.
- Gesamtsystem Schienenfahrzeug und dessen Subsysteme, wie Antrieb, Bremse, Fahrwerke.
- Ausgewählte Bauweisen von Schienenfahrzeugen.
- Werkstoffe, Fertigungstechnologien.
- Methoden des Produktentstehungsprozesses.
- Fachspezifische Versuche an Schienenfahrzeugen mit umfangreicher messtechnischer Ausstattung.

- Auslegung und Entwurfskonstruktion eines Schienenfahrzeuges bzw. einer Großkomponente davon.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse aus Konstruktionslehre und Maschinenelemente

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus den Aufbaumodulkategorien A1 (Numerische Methoden), A2 (Technische Mechanik) oder A5 (Konstruktion und Produktion) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Folgende Lehrveranstaltung ist verpflichtend zu absolvieren:

3,0/2,0 VO Schienenfahrzeugbau

Weitere 11 ECTS sind aus nachfolgender Liste auszuwählen:

3,0/2,0 SE Schienenfahrzeugbau

1,0/1,0 UE Schienenfahrzeugbau

2,0/2,0 LU Schienenfahrzeugbau

5,0/5,0 UE Schienenfahrzeugbau Konstruktionsübung

2,0/3,0 VU Strukturanalyse im Schienenfahrzeugbau

Student Aerospace

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Ziel dieses Moduls ist es, Studierenden die Möglichkeit zu bieten im Rahmen von ausgewählten Lehrveranstaltungen theoretisches Wissen und praktische Kompetenzen im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik zu erwerben. Nach Absolvierung des Moduls können Studierende Erfahrung im Rahmen eines echten Luft- und Raumfahrtprojekts des TU Wien Space Teams vorweisen. Sie kennen die grundlegenden Arbeitsabläufe von komplexen Luft- und Raumfahrtprojekten, sowohl in technischer als auch in organisatorischer Hinsicht, und sind in der Lage in interdisziplinärer Zusammenarbeit solche Projekte umzusetzen. Studierende können ihre Arbeit in geeigneter Weise dokumentieren und ihre Erkenntnisse zusammenfassen. Diese Dokumentation dient zur weiteren Bearbeitung des Themas innerhalb des TU Wien Space Teams sowie als Benotungsgrundlage für die Lehrveranstaltung „Student Aerospace Projektarbeit“.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- theoretisches Wissen und praktische Kompetenzen im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik zu entwickeln.
- technische und organisatorische Arbeitsabläufe von komplexen Luft- und Raumfahrtprojekten zu benennen und
- die Reihenfolge dieser Abläufe für die eigenen Projekte eigenständig zu bestimmen.
- in einem Themenbereich (Mechanik, Konstruktion, Simulation, Werkstofftechnik, Fertigungstechnik, Strömungsmechanik, Projektmanagement) grundlegende Kenntnisse zu wiederholen und
- den Erwerb vertiefter Kenntnisse zu wählen.
- Erprobungen und Experimente an Prototypen oder Modulen zu testen.
- Ergebnisse der Umsetzung und Erprobung des Projektes anhand geeigneter Kriterien fundiert zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die grundlegenden Arbeitsabläufe komplexer Luft- und Raumfahrtprojekte zu organisieren.
- ein komplexes Luft- und Raumfahrtprojekte des TU Wien Space Teams in interdisziplinärer Zusammenarbeit durchzuführen.
- ihre Erkenntnisse daraus prägnant zusammenzufassen und schriftlich in einer Projektarbeit selbständig und adressatengerecht zu schreiben.

Inhalt:

In diesem Modul wählen Studierende den Bereich ihrer inhaltlichen Spezialisierung selbst aus, zur Auswahl stehen hierbei die Themenbereiche Mechanik, Konstruktion, Simulation, Werkstofftechnik, Fertigungstechnik und Strömungsmechanik sowie Projektmanagement. Es steht neben der Vertiefung theoretischer Ansätze vor allem die praktische Umsetzung und Erprobung im Fokus: Als Ergänzung zu den gewählten Lehrveranstaltungen sind Studierende Teil eines Luft und Raumfahrtprojekts des TU Wien Space Teams und dokumentieren ihre Erkenntnisse schriftlich in einer Projektarbeit.

Erwartete Vorkenntnisse:

Abhängig vom Themenbereich der verfassten Projektarbeit im Rahmen der Lehrveranstaltung „Student Aerospace Projektarbeit“ und den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Zur Absolvierung der im Modul verpflichtenden Projektarbeit sind eine Mitgliedschaft beim Verein „TU Wien Space Team“ für zumindest ein Studienjahr und die Mitarbeit an einem Projekt des TU Wien Space Teams erforderlich.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Verpflichtend zu absolvieren ist folgende Lehrveranstaltung:

5,0/4,0 PR Student Aerospace Projektarbeit

Eine Lehrveranstaltungen muss aus folgender Liste gewählt werden:

2,0/2,0 SE Seminar Konstruktionswettbewerb
2,0/2,0 VU Methodik der 3D CAD Konstruktion
2,0/1,5 VO Ingenieurwerkstoffe
2,0/2,0 VU Werkstoffdiagnostik
2,0/2,0 VU Additive Manufacturing Technologies
2,0/2,0 VO Angewandte Fluidmechanik
2,0/1,5 VU Projekt- und Prozessmanagement

Insgesamt 7 ECTS müssen aus den folgenden Lehrveranstaltungen gewählt werden, wobei mindestens eine VO zu absolvieren ist:

3,0/2,0 VO Virtuelle Produktentwicklung
2,0/2,0 UE Virtuelle Produktentwicklung
3,0/3,0 VU Teambuilding and Leadership
3,0/2,0 VU Inspirational Leadership im 21. Jahrhundert
2,0/2,0 UE Design of Composite Structures using Finite Element Methods
3,0/2,0 VO Metallische Hochtemperaturwerkstoffe
4,0/3,0 VU Lightweight Design with Fiber-Reinforced-Polymers
5,0/3,0 VU Wärmeübertragung
1,0/1,0 LU Werkstoffprüfung 2
3,0/2,0 VO Light Metals
5,0/4,0 VU Analytical Methods in Lightweight Design
2,0/2,0 LU Analytical Methods in Lightweight Design
2,0/2,0 SE Light Weight Structures
3,0/2,0 VU Composites Engineering
5,0/4,0 VU Numerische Methoden der Strömungsmechanik
3,0/2,0 SE Seminar Strömungsmechanik
3,0/2,0 VO Verbundwerkstoffe und Verbunde
4,0/3,0 VU Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme 1

Lehrveranstaltungen die bereits in anderen Modulen für das Studium verwendet wurden, können nicht nochmals gewählt werden.

Technische Dynamik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Dieses Modul vermittelt:

- Vertiefung der Modellbildung im Bereich der technischen Dynamik
- Besonderheiten und charakteristische Effekte schwingungsfähiger Systeme
- Analytische und numerische Verfahren zur Analyse nichtlinearer dynamischer Systeme
- kritische Interpretation von Berechnungs- und Messergebnissen und daraus abgeleiteter Erkenntnisse
- Umgang mit fachspezifischer, wissenschaftlicher Literatur

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Modellbildungsverfahren im Bereich der technischen Dynamik anzuwenden.
- Besonderheiten und charakteristische Effekte schwingungsfähiger Systeme zu erklären.
- Schwingungen parameter- und selbsterregter Systeme mit einem und mehreren Freiheitsgraden zu untersuchen.
- analytische und numerische Verfahren zur Analyse nichtlinearer dynamischer Systeme anzuwenden.
- nichtlineare Stabilitäts- und Verzweigungsprobleme, nichtlineare Schwingungen, Resonanzen und Imperfektionsempfindlichkeit zu analysieren.
- Berechnungs- und Messergebnisse sowie daraus abgeleitete Erkenntnisse kritisch zu beurteilen.
- modellbasierte Ansätze der technischen Dynamik vertieft darzustellen.
- die Dynamik rotierender Maschinen unter Berücksichtigung gyrokopischer Effekte, statischer und dynamischer Wuchtverfahren, Dämpfungsmechanismen sowie nichtlinearer Einflüsse zu modellieren und zu analysieren.
- Ansätze zur Lösung von Problemstellungen aus der Technischen Dynamik zu entwickeln

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- wissenschaftliche Literatur aus fachrelevanten Datenbanken systematisch zu recherchieren, kritisch zu bewerten und zielgerichtet zu nutzen.
- in kleinen Teams Abläufe kooperativ, eigenständig und verlässlich zu organisieren.
- Versuche zu planen und unter Laborbedingungen selbstständig durchzuführen.
- eigene wissenschaftliche Standpunkte, Lösungswege und Ergebnisse zu reflektieren, adressatengerecht zu präsentieren und
- beispielsweise im Rahmen von Peer-Feedback, kritisch-konstruktiv zu diskutieren.

Inhalt:

- Vertiefung der Modellbildung im Bereich der technischen Dynamik

- Dynamik rotierender Maschinen (Modellierungsverfahren, gyroskopische Effekte, Dämpfungs- und Anfachungsmechanismen, Gleitlagerdynamik, Magnetlager, nichtlineare Effekte)
- Nichtlineare Stabilitätstheorie, Verzweigungstheorie, nichtlineare Schwingungen, Resonanzen, Imperfektionsempfindlichkeit
- Computerunterstützte Methoden für dynamische Systeme
- Probleme der Mehrkörperdynamik wie Reibung, Stoß; Regelung bei DAE-Systemen
- Schwingungen parameter- und selbsterregter Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden (Stabilitätsuntersuchungen, Antiresonanzen, experimentelle Untersuchung).

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse der mechanischen Prinzipien sowie des Aufstellens von Bewegungsgleichungen, Grundlagen der Mehrkörperdynamik, der Schwingungstechnik, der Simulationstechnik und der Messtechnik. Grundkenntnisse aus der Mathematik: Lösung von Differentialgleichungen, Reihenentwicklung (Taylor, Fourier), Matrizenrechnung, Rechnen mit komplexen Zahlen.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A2 (Technische Mechanik) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen, unterstützt durch Vorrechnen bzw. Diskussion von repräsentativen Anwendungsbeispielen und Demonstrationen von Experimenten. Selbständiges Lösen von Aufgaben mit/ohne Softwareunterstützung unter Anleitung. Recherche der wissenschaftlichen Literatur und selbständigen Durchführung von Laborversuchen.

Schriftliche und/oder mündliche Prüfung, Mitarbeit in Übungen, Ausarbeitung einer komplexen Aufgabenstellung als Hausarbeiten, Präsentation und Dokumentation eigenständiger Ergebnisse.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Die Lehrveranstaltungen sind so zu wählen, dass für das gesamte Modul ein Ausmaß von mindestens 14,0 ECTS erreicht wird.

5,0/4,0 VU Rotordynamik

5,0/4,0 VU Nichtlineare Stabilität dynamischer Systeme

4,0/3,0 VO Technische Schwingungslehre

2,0/2,0 LU Labor Technische Dynamik und Fahrzeugdynamik

2,0/2,0 SE Modellbildung in der Technischen Dynamik und Mehrkörpersystemdynamik

Thermische Turbomaschinen

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- unterschiedliche Arten von thermischen Turbomaschinen und ihre grundsätzliche Funktionsweise zu benennen.
- unter Anwendung der Thermodynamik und Strömungsmechanik die Energieumsetzung in thermischen Turbomaschinen zu beschreiben.
- Problemstellungen aus dem Bereich der thermischen Turbomaschinen mit numerischen und/oder messtechnischen Methoden zu untersuchen.
- die Validierung der Ergebnisse der numerischen Untersuchung durch messtechnische Methoden durchzuführen.
- das Betriebs- und Regelverhalten von thermischen Turbomaschinen zu analysieren.
- das Entwicklungs- und Innovationspotential im Bereich der thermischen Turbomaschinen hinsichtlich Wirkungsgradsteigerung, Lärm- und Emissionsminderung sowie schonende Ressourcennutzung zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die erarbeiteten Methoden selbständig in verwandten Fachgebieten anzuwenden.
- interdisziplinäre Teamarbeit in Entwicklungs- und Untersuchungsprojekten effizient zu organisieren.
- fachliche Ergebnisse aus numerischen und messtechnischen Untersuchungen adressatengerecht zu präsentieren.
- begründete Positionen zu Messergebnissen und Modellannahmen evidenzbasiert zu argumentieren.
- Dokumentationen und technische Berichte klar und nachvollziehbar zu schreiben.

Inhalt:

- Überblick über die grundsätzliche Funktionsweise und die Bauformen der thermischen Turbomaschinen
- thermische Auslegung der Dampfturbinen, Gasturbinen, Flugtriebwerke, Turboverdichter und Ventilatoren
- Eigenschaften, Energieumsatz, Kennzahlen und Wirkungsgrade der Stufe
- auftretende Verluste und Maßnahmen zu deren Reduktion
- Ursachen und Folgen der instationären Wechselwirkung von Stator und Rotor
- Betriebsverhalten und Regelung von Turbinen und Verdichtern
- Festigkeit, Schwingungen, Konstruktionsfragen

- ebene und räumliche Strömung in der thermischen Turbomaschine und numerische Berechnungsverfahren
- Turbulenzmodellierung, speziell für Turbomaschinenanwendungen
- experimentelle Methoden für thermische Turbomaschinen
- Mess- und Versuchstechnik, speziell für Turbomaschinenanwendungen

Erwartete Vorkenntnisse:

Von den Studierenden werden Grundlagenkenntnisse auf den Gebieten Thermodynamik und Strömungsmechanik erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Strömungsmechanik 2 muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Ethik und Verantwortung werden in den Vorlesungen hervorgehoben, indem Aspekte wie Energieträgerwahl, Prozesseffizienz und Umweltauswirkungen integrale Teile der Vorlesungsinhalte darstellen und diese Faktoren hinsichtlich der präsentierten Technologien und Systeme kritisch beleuchtet werden.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Folgende Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren:

- 3,0/2,0 VO Thermische Turbomaschinen
- 2,0/2,0 UE Thermische Turbomaschinen
- 2,0/2,0 LU Thermische Turbomaschinen

Weitere 7 ECTS sind aus nachfolgender Liste auszuwählen:

- 2,0/2,0 SE Thermische Turbomaschinen
- 3,0/2,0 VO Numerische Methoden für Strömungsmaschinen
- 2,0/2,0 UE Numerische Methoden für Strömungsmaschinen
- 3,0/2,0 VO Mess- und Versuchstechnik für Strömungsmaschinen
- 2,0/2,0 UE Mess- und Versuchstechnik für Strömungsmaschinen

Virtuelle Produktentwicklung und Ecodesign

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Kompetenzen zur methodischen und IT-gestützten Produktentwicklung unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und ökologischer Anforderungen. Die Studierenden sind in der Lage, Produktentstehungsprozesse ganzheitlich zu planen, zu bewerten und aktiv mitzugestalten.

Sie beherrschen methodische Konzepte der Produktentwicklung, des innovativen Denkens und des Konstruierens und können geeignete IT- und Softwarewerkzeuge aus den Bereichen virtuelle Produktentwicklung, Product Lifecycle Management und Ecodesign auswählen, anwenden und an unternehmensspezifische Gegebenheiten anpassen.

Die Studierenden erwerben Problemlösungskompetenz für umweltbezogene Entscheidungen in allen Lebensphasen eines Produktes, einschließlich Umweltbewertung, Produktverbesserung und Umweltkommunikation. Durch die Bearbeitung praxisnaher Fallbeispiele entwickeln sie die Fähigkeit, innovative Produktideen mit Anforderungen einer umweltgerechten und nachhaltigen Produktgestaltung zu verknüpfen und IT-basierte Methoden zielgerichtet im Produktentwicklungsprozess einzusetzen.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- effiziente Methoden innovativen Denkens, Planens und Konstruierens zu erläutern.
- Möglichkeiten der methodischen Produktentwicklung auszuwählen.
- Hilfsmittel zur Bewältigung phasenspezifischer Problemstellungen der Produktentwicklung zielgerichtet anzuwenden.
- spezielle IT-basierte Methoden im Produktentstehungsprozess sachgerecht anzuwenden.
- geeignete IT-Verfahren für gegebene Aufgaben zielgerichtet auszuwählen.
- Standard-Softwaresysteme der virtuellen Produktentwicklung zuverlässig zu benutzen.
- Entwicklungsprozesse und deren Prozesssteuerung strukturiert darzustellen.
- innovative Ideen mit Anforderungen der umweltgerechten Produktgestaltung (Ecodesign) schlüssig zu verbinden.
- umweltbezogene Entscheidungsprobleme in der Produktentwicklung fundiert zu entscheiden.
- Grundzüge der Umweltbewertung, Produktverbesserung und Umweltkommunikation in konkreten Aufgabenstellungen fachgerecht anzuwenden.
- Produktentwicklung über alle Lebensphasen eines Produktes hinweg ganzheitlich zu analysieren.
- Qualitätssicherung in der Konstruktion sowie durch Vorgaben in Fertigungsunterlagen normgerecht zu organisieren.
- Softwarewerkzeuge aus Virtueller Produktentwicklung und Ecodesign effizient zu benutzen.
- Anforderungen aus unterschiedlichen Domänen auf Verständlichkeit und Vollständigkeit systematisch zu untersuchen.
- Gelerntes an einer realen Konstruktionsaufgabe praxisnah anzuwenden.
- Selbst erstellte Entwürfe anhand vorgegebener Kriterien kritisch zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Kommunikationswege, Rollen und Verantwortlichkeiten bei Partner- und Gruppenarbeiten demokratisch zu bestimmen und klar zu formulieren.

- Individuelle Arbeits- und Lernprozesse mit Zeit-, Ressourcen- und Qualitätsschwerpunkten strukturiert und vorausschauend zu planen.
- Teamarbeiten eigenverantwortlich zu organisieren,
- wissenschaftliche Standpunkte und Vorschläge im Team kritisch-konstruktiv zu diskutieren sowie
- Ergebnisse adressatengerecht zu präsentieren.

Inhalt:

- Bedienung von Standard-Softwaresystemen im Umfeld der Virtuellen Produktentwicklung
- Entwicklungsprozess und Prozesssteuerung
- Modellierung von Funktions- und Wirkstrukturen
- Methoden des Systems Engineering
- Produktkonfiguration und regelbasierte Abbildung von Produktwissen
- IT-Verfahren für die frühen Phasen der Produktentwicklung
- High End Visualisierung, Virtual und Augmented Reality in der Produktentwicklung
- Ecodesign und Umweltgerechte Produktgestaltung
- Design for X
- Produktdatenmanagement,
- Konfigurations- und Variantenmanagement

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse in der Konstruktionslehre und CAD.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbauomodul aus der Aufbauomodulkategorie A5 (Konstruktion und Produktion) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an (ingenieurwissenschaftlichen) Beispielen. Einüben des Gelernten anhand einer realen Konstruktionsaufgabe. Schriftliche und/oder mündliche Prüfung. Die Arbeiten werden in Teams durchgeführt. Die Leistungsbeurteilung erfolgt durch die Beurteilung der Ausarbeitungen während des Semesters sowie des Endprotokolls und der Endpräsentation.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Produktentwicklung, Innovation und ECO-Design
 3,0/2,0 SE ECO-Design Seminar
 3,0/2,0 VO Virtuelle Produktentwicklung

2,0/2,0 UE Virtuelle Produktentwicklung
2,0/2,0 VO Product Lifecycle Management
1,0/1,0 UE Product Lifecycle Management
2,0/2,0 VU Methodik der 3D-CAD Konstruktion
4,0/3,0 VU Systems Engineering / Systemtechnik

Virtuelles Werkstoffdesign

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Nach positiver Absolvierung der Lehrveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, die verschiedenen Bereiche der computergestützten Materialmodellierung vertiefend zu vergleichen, geeignete Ansätze in Fallstudien auszuwählen und jene Aspekte der computergestützten Materialentwicklung zu evaluieren, die für ein virtuelles Werkstoffdesign mit bestmöglichem Ergebnis angewendet werden sollen. Sie können vertiefende Berechnungen unter Einbezug und Quantifizierung einer Vielzahl physikalischer Eigenschaften durchführen, um daraus möglichst realistische Aussagen zur Stabilität und zur Entwicklung eines Werkstoffs sowie zur Evolution seiner Mikrostruktur abzuleiten beziehungsweise vorherzusagen. Darüber hinaus sind sie befähigt, die Stabilität eines Werkstoffs in Bezug auf relevante Anwendungsparameter wie Einsatzzeit und Prozesstemperatur sowie dessen Nachhaltigkeit zu ermitteln. Die Studierenden wenden computergestützte Materialmodellierung routinemäßig an, nutzen deren Teilaspekte reflektiert und stellen sie angemessen gegenüber, um das volle Potenzial der Vorhersagekraft über Stabilität und Entwicklung eines Werkstoffs auszuschöpfen. Sie führen virtuelles Werkstoffdesign verantwortungsvoll und bedacht durch und beurteilen ihre beständige Rolle als denkende, lenkende, kreative und humane Kraft für das konstruktive und nachhaltige Gelingen des Werkstoffdesigns kritisch.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die verschiedenen Bereiche der computergestützten Materialmodellierung vertiefend zu vergleichen und
- in Fallstudien auszuwählen und Aspekte der computergestützten Materialentwicklung, die für das virtuelle Werkstoffdesign für das bestmögliche Resultat angewendet werden sollen, zu evaluieren.
- vertiefende Berechnungen unter Einbezug und Quantifizierung einer Vielzahl physikalischer Eigenschaften durchzuführen, um anhand dieser möglichst realistische Aspekte der Stabilität und Entwicklung einer Werkstoffs und dessen Mikrostruktur abzuleiten beziehungsweise vorherzusagen.
- die Stabilität eines Werkstoffes in Bezug auf Anwendungsparameter wie Einsatzzeit oder Prozesstemperatur, sowie dessen Nachhaltigkeit, zu ermitteln.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die computergestützte Materialmodellierung routinemäßig anzuwenden und
- deren Teilaspekte jeweils bedacht zu benutzen und gegenüberzustellen.
- das volle Potential der Vorhersagekraft über Stabilität und Entwicklung eines Werkstoffes zu nutzen und einzusetzen.
- virtuelles Werkstoffdesign verantwortungsvoll und bedacht durchzuführen.
- ihre beständige Rolle als denkende, lenkende, kreative und humane Kraft, für das konstruktive und nachhaltige Gelingen des Werkstoffdesigns, kritisch zu beurteilen.

Inhalt:

- Vorstellung von OpenCalphad, PyCalphad und MatCalc und deren Anwendungsbereiche, sowie Erlernen und Üben des jeweiligen Programmhandlings anhand einfacher Rechenbeispiele
- Einblick in die Funktionsweise von Material-Datenbanken
- Kritische Erarbeitung von Eingabeparametern für Werkstoffsimulationen
- Validierung und Kritische Interpretation der erarbeiteten Ergebnisse
- Fallbeispiele: Anwendungsrechnungen in Real-Legierungen für den Hochtemperatureinsatz
- Strukturelle Eigenschaften, Phasenstabilität in Werkstoffen
- Elastizität, mechanische Eigenschaften, mechanische Stabilität von Werkstoffen
- Elastische Felder gerader Versetzungen in der linearen Elastizität
- Versetzungstheorie
- Phononen, Dynamische Stabilität
- Thermodynamische Grundlagen in “Molecular Dynamics” und “Monte Carlo”
- Elektronische Struktur, Zustandsdichte, Bindung
- Datensätze, Datendarstellung, Fehlermetriken im Maschinellen Lernen in Werkstoffen
- Regression and Klassifikationsmethoden
- Kernel Methoden
- Neuronale Netzwerke, “Deep Learning” (DL)
- Die Basis von “Large Language Models” (LLM)
- Was sind metastabile Zustände in Werkstoffen? Definition?
- Der Weg zum stabilen Zustand via Metastabilitäten
- Beispiele metastabiler Zustände in Legierungen
- Vorkommen metastabiler Zustände in Prozess und Anwendung
- Die Rolle von Metastabilitäten – kritische Beurteilung
- Simulative Erfassung und Optimierung mechanischer Werkstoffeigenschaften durch Modellierung auf verschiedenen Skalen
- Modellierungsmöglichkeiten von Tribofilmen und Tribokorrosion eines tribologischen Systems auf atomarer Ebene

Erwartete Vorkenntnisse: Keine.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Grundlagen der Werkstoffmodellierung muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag, unterstützt durch Powerpoint slides, Whiteboard, Tafel. Üben in den Software-Modulen. Üben der Software-Befehle. Rechnen von Übungsbeispielen. Praktische Übungen (zum Teil via JupyterHub). Team- / Gruppenarbeiten an praktischen Fallstudien mit anschließender Diskussion. Erarbeitung von Lösungsansätzen zur Vereinfachung von Problemen. Am Beginn jeder Vorlesungseinheit wird eine kurze Zusammenfassung der vorhergehenden Vorlesungseinheit gegeben mit der Möglichkeit für die Studierenden, Unklarheiten zu beseitigen und vertiefende Fragen zu stellen. Am Ende jeder Vorlesungseinheit wird eine kurze Fragerunde abgehalten.

Zur Leistungskontrolle mündliche Einzelprüfungen in mehreren Terminen je Semester. Der erste Termin findet etwa 2 Wochen nach Kursende statt. Eine Liste typischer Prüfungsfragen wird den Studierenden zur optimalen Vorbereitung für die Prüfung nach Kursende ausgehändigt. Prüfungsdauer: Vorbereitungszeit der KandidatInnen nach Aushängung des Prüfungsbogens 10 Minuten, danach 20 Minuten Prüfung. Zur Leistungskontrolle Praktische Hausaufgaben zu vorgegebenen Themen und deren Präsentationen.

Die Lehre im Modul orientiert sich an gendersensiblen und inklusiven Grundsätzen, z. B. durch inklusive Sprache und die Berücksichtigung vielfältiger Perspektiven. Aspekte gendersensibler Lehre werden dabei nach Möglichkeit berücksichtigt und stehen im Einklang mit den strategischen Zielsetzungen der TU Wien im Bereich Diversität und Gleichstellung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 3,0/2,0 VU Anwendungen von Phasendiagramm Berechnungen in der Werkstofftechnologie
- 2,0/2,0 VU Vorhersage von Werkstoffeigenschaften mit Atomen und Elektronen
- 2,0/2,0 VU Methoden des Maschinellen Lernens: Fallstudien in der Werkstofftechnologie
- 2,0/2,0 VU Elastizität und Versetzungen
- 2,0/2,0 VU Metastabilitäten in der Werkstoffverarbeitung- und anwendung
- 3,0/2,0 VU Werkstofflegierungen für Hochtemperatur-Anwendungen
- 2,0/2,0 VO Computergestützte Tribologie der Werkstoffe
- 3,0/3,0 VU Multiskalen Werkstoffmodellierung

Wärmetechnische Anlagen

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden haben im Modul ingenieur- und naturwissenschaftliche Anwendungen auf einem speziellen Technologiefeld des Maschinenbaus kennengelernt. Sie haben einen Überblick über die Komponenten und Technologien beim Bau von

Wärmetechnischen Anlagen erworben und sich in einzelnen Feldern eingehender mit dem Stand der Technik und neuen Entwicklungstendenzen befasst. Sie kennen grundlegende Methoden, um wärmetechnische Prozesse für numerische Simulationen aufzubereiten. Die Studierenden sind in der Lage, überschlägige Auslegungen von Anlagen vorzunehmen, sowie einzelne Komponenten rechnerisch eingehender zu behandeln. Sie haben den Umgang mit ausgewählten messtechnischen Verfahren der Wärme- und Energietechnik erlernt.

Die Studierenden sind eingeführt in das selbstständige Einarbeiten, Erarbeiten und Aufbereiten technischer Konzepte und Forschungsergebnisse. Sie haben erste Erfahrungen im Konzeptionieren und Halten von Vorträgen über wissenschaftliche Inhalte gesammelt. Die Studierenden haben die Möglichkeit, ihre Teamfähigkeit in kleinen Gruppen mit Arbeitsteilung zu trainieren. Sie können Entwicklungs- und Innovationspotential erkennen.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- ingenieur- und naturwissenschaftliche Anwendungen auf einem speziellen Technologiefeld des Maschinenbaus nachvollziehbar zu beschreiben.
- Komponenten und Technologien beim Bau wärmetechnischer Anlagen strukturiert darzustellen.
- grundlegende Methoden zur Aufbereitung wärmetechnischer Prozesse für numerische Simulationen sicher anzuwenden.
- überschlägige Auslegungen von Anlagen und die rechnerische Behandlung einzelner Komponenten fachgerecht durchzuführen.
- ausgewählte messtechnische Verfahren der Wärme- und Energietechnik zielgerichtet anzuwenden.
- technische Konzepte und Forschungsergebnisse selbstständig zusammenzustellen.
- Vorträge über wissenschaftliche Inhalte systematisch zu konzipieren.
- Entwicklungs- und Innovationspotential in wärmetechnischen Anlagen fundiert zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Selbstständiges Ein- und Erarbeiten sowie Aufbereiten auf technische Konzepte und Forschungsergebnisse anzuwenden.
- Vorträge über wissenschaftliche Inhalte eigenständig zu konzipieren und adressatengerecht zu präsentieren.
- adäquate Formen der Zusammenarbeit im Rahmen von Teamarbeit in kleinen Gruppen mit Arbeitsteilung auszuwählen und
- ihre Arbeitsprozesse kooperativ, eigenständig und verlässlich zu organisieren.

Inhalt:

- Bedeutung, geschichtliche Entwicklung und Typologie der Dampferzeuger-Bauarten
- Gegenwärtig gebaute Anlagen (Naturumlauf, Zwangdurchlauf, Sonderanlagen, ...)
- Anwendungskriterien, Betrieb, Regelverhalten und Teillastverhalten
- Feuerungen (Rost-, Staub-, Wirbelschichtfeuerung, Brenner für Flüssig-, Gas-Brennstoffe)
- Verbrennungsrechnung, Brennstoff-Kenngrößen
- Wärmetechnische Berechnung 1: Wirkungsgrad, Verluste, Wärmebilanz
- Wärmetechnische Berechnung 2: Feuerraumberechnung, Wärmeübergang an Heizflächen, Umlauf, Druck- und Zugverluste
- Konstruktion: Abscheider, Kühler, Rauchgasrezirkulation, Rohrwände, Bandagen, Abscheideeinrichtungen
- Grundlagen der Nukleartechnik (Druckwasser-R., Siedewasser-R., Schneller Brüter, Candu, moderne Entwicklungen)
- Vertiefung der oben genannten Bauarten, Konstruktionsprinzipien, Berechnungsmethoden und Auslegungskriterien
- Werkstoffe und Fertigung
- Betriebsverhalten (An- und Abfahren von Kraftwerken), Korrosion, Erosion, Wasserchemie, Bauteil-Ermüdung
- Einführung in Berechnung und Modellierung wärmetechnischer Anlagen und Prozesse, Lösungsalgorithmen
- Experimentelle Quantifizierung von Wärmeübertragungsmechanismen, wie Konvektion, Leitung und Strahlung, Messung von Temperatur, Druck und Massenströmen,
- sowie Rauchgasanalyse und Wirkungsgradbestimmung an wärmetechnischen Anlagen

Erwartete Vorkenntnisse:

- Grundlagenkenntnisse auf den Gebieten Thermodynamik und Strömungslehre
- Grundkenntnisse der Chemie, speziell Verbrennung

Verpflichtende Voraussetzungen:

Das Aufbaumodul Thermodynamik 2 muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vermittlung der theoretischen Inhalte durch interaktive Vorträge und Üben des Gelernten durch Berechnung von Beispielen. Vertiefte Befassung mit exemplarischen Themen der Materie und Vortrag der erarbeiteten und aufbereiteten Inhalte im Rahmen des Seminars. Experimentelle Veranschaulichung ausgewählter Themenstellungen im Rahmen der Laborübung.

Die Vorlesungen werden durch schriftliche und/oder mündliche Prüfungen benotet. Bei der Übung kann die Leistungsbeurteilung durch Ausarbeitung und Präsentation von

Beispielen erfolgen, bei der Laborübung durch Protokolle und beim Seminar durch Inhalt und Präsentation der Vorträge, sowie bei allen drei Lehrveranstaltungstypen durch Anwesenheit und Mitarbeit.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

Folgende Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren:

- 3,0/2,0 VO Wärmetechnische Anlagen 1
- 2,0/2,0 UE Wärmetechnische Anlagen 1
- 2,0/2,0 LU Energietechnische Anlagen
- 3,0/2,0 SE Technologien zur Energiebereitstellung
- 3,0/2,0 VO Wärmetechnische Anlagen 2

Eine weitere Lehrveranstaltung im Ausmaß von mindestens 1 ECTS ist aus nachfolgender Liste auszuwählen:

- 2,0/2,0 UE Konstruktion und Berechnung wärmetechnischer Anlagen
- 2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Wärmetechnik

Werkstoffprüfung

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, die grundlegenden Verfahren zu analysieren, die die Charakterisierung der mechanischen und technologischen Eigenschaften von Werkstoffen ermöglichen. Sie können die grundlegenden Zusammenhänge zwischen dem Gefüge verschiedener Werkstoffen beschreiben und damit auf die zu erwartenden mechanischen Eigenschaften von komplexeren Komponenten schließen. Die Studierenden sind in der Lage, die Auswirkungen und Gefahren mechanischer Spannungen, die in Bauteilen unter verschiedenen Betriebsbedingungen entstehen, aufzulisten und diese zu bewerten. Die Studierenden können auf systematische Weise untersuchen, wie es zu einem Bauteilschaden gekommen ist, und welche Beanspruchungsarten für die Schadensentwicklung ausschlaggebend waren. Sie erkennen die technische Bedeutung von Korrosion, verstehen die Mechanismen der Korrosionsvorgänge und können die praktischen Korrosionsszenarien deuten. Die Studierenden sammeln Erfahrungen mit Methoden der Bruchmechanik. Sie kennen die wichtigsten Verfahren für die Bestimmung von Schadensfällen, insbesondere bei metallischen Werkstoffen oder haben alternativ dazu die Vorteile und Nachteile von verschiedener Modellierungsmethoden, die in der modernen Werkstoffwissenschaft angewendet werden, kennengelernt.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die grundlegenden Verfahren anzuwenden, um die mechanisch-technologischen Eigenschaften von Werkstoffen zu analysieren.

- die Auswirkungen der einzelnen Verarbeitungsprozesse auf das Gefüge der Grundwerkstoffe zu schlussfolgern und
- anhand dessen die zu erwartenden mechanischen Eigenschaften von komplexen Komponenten vorauszusagen.
- die Gefahren mechanischer Spannungen, die im Zuge klassischer Bruchmechanik diskutiert werden, zu beurteilen.
- auf systematische Weise zu untersuchen, wie es zu einem Bauteilschaden gekommen ist, und welche Beanspruchungsarten für die Schadensentwicklung ausschlaggebend waren.
- die technische Bedeutung von Korrosion sowie die Mechanismen der Korrosionsvorgänge zu erklären.
- Methoden der Oberflächenmodifizierung zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften, insbesondere bei metallischen Werkstoffen, zu erläutern.
- die Vorteile und Nachteile von verschiedenen in der modernen Werkstoffwissenschaft angewendeten bruchmechanischen Modellierungsmethoden zu beschreiben.
- die Anwendung der theoretischen Grundlagen und Instrumente an ingenieurwissenschaftlichen Beispielen zu illustrieren.
- Abläufe und Technologien zur Schadensvermeidung zu beschreiben.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- fachliche Inhalte in einem Vortrag zu erläutern.
- den eigenen Lernfortschritt durch schriftliche und/oder mündliche Prüfungen, Tests und Protokolle zu prüfen.
- Protokolle zu Übungsteilen zu schreiben.
- regelmäßige Hausübungen, Tafelleistungen und Tests zur Leistungsentwicklung durchzuführen.

Inhalt:

- Einsatz grundlegender Methoden zur Charakterisierung der mechanischen und technologischen Werkstoffeigenschaften.
- Beschreibung des Werkstoffverhaltens im betrieblichen Einsatz über längere Zeiträume.
- Abschätzung der möglichen Einsatzdauer von Werkstoffen unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen und des vorliegenden Schädigungsbildes.
- Vorteile und Nachteile von zugehörigen Modellierungsmethoden, die in der modernen Werkstoffwissenschaft angewendet werden
- Verschiedenen Korrosionsformen und Korrosionsarten metallischer Werkstoffe in den unterschiedlichsten Medien
- Typische Schäden an Werkstoffen und Bauteilen, Schädigungsmechanismen, Analysemethoden zur Untersuchung von Werkstoff- und Bauteilschäden, Fallbeispiele.

Erwartete Vorkenntnisse:

Werkstoffübergreifende Kenntnisse des Aufbaus der Materialien, der werkstoffkundlichen Begriffe und Kenngrößen. Mittelschulwissen Chemie. Überblick über die Vielfalt des Angebotes von Ingenieurwerkstoffen zur Realisierung technischer Produkte; Einfluss der Zusammensetzung, Herstellungsverfahren und Weiterverarbeitung auf die Eigenschaftsprofile der Ingenieurwerkstoffe. Überblick über den Zusammenhang von Gefügen und Eigenschaften von Strukturwerkstoffen.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A4 (Werkstoffe) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an (ingenieurwissenschaftlichen) Beispielen. Exkursion zu einem Fertigungsbetrieb. Leistungskontrolle durch schriftliche und/oder mündliche Prüfung bzw. Tests und Protokolle zu den Übungsteilen. Leistungskontrolle durch regelmäßige Hausübungen, Tafelleistung, Tests möglich.

Die Lehre im Modul orientiert sich an gendersensiblen und inklusiven Grundsätzen, z. B. durch inklusive Sprache und die Berücksichtigung vielfältiger Perspektiven. Aspekte gendersensibler Lehre werden dabei nach Möglichkeit berücksichtigt und stehen im Einklang mit den strategischen Zielsetzungen der TU Wien im Bereich Diversität und Gleichstellung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/2,0 VU Werkstoffdiagnostik
2,0/2,0 SE Betriebsfestigkeit
2,0/2,0 LU Bruchmechanik
3,0/2,0 VU Schadensanalyse
3,0/3,0 VU Korrosion
4,0/4,0 VU Mechanische Werkstoffprüfung
3,0/2,0 VO Bruchmechanik

Werkstoffe & Nachhaltigkeit

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Den Werkstoffkreislauf von der Rohstoffgewinnung bis zum End-of-Life strukturiert erfassen und vergleichen. Werkstoffe systematisch unter der Berücksichtigung ihrer Eigenschaften auswählen und anhand technischer, ökologischer und ökonomischer Kriterien begründen. Nachhaltige Werkstoffauswahl unter Einbeziehung von Umweltwirkungen,

Kosten und gesellschaftlichen Aspekten durchführen. Den Einfluss von Materialnutzung auf globale Herausforderungen wie Klima, Energieversorgung und Ressourcenverfügbarkeit erklären und verstehen. Werkstoffe für spezialisierte Anwendungen (z. B. Wasserstofftechnologien, nukleare Systeme, Hochleistungskunststoffe) bewerten und eine Auswahl begründen können. Werkstoffspezifische Schädigungs-, Alterungs- und Versagensmechanismen unter extremen Einsatzbedingungen analysieren. Life-Cycle-Assessment (LCA)-Methoden auf Material- und Systemebene anwenden und Ergebnisse interpretieren. Material- und Technologieentscheidungen im Kontext von System- und Verfahrenstechnik kritisch reflektieren.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- Materialeigenschaften, Struktur und Verarbeitung in ihrem Zusammenhang zu erläutern.
- Werkstoffkennwerte zielgerichtet für Auswahl- und Auslegungsprozesse einzusetzen und zu interpretieren.
- Stoff- und Energieströme im Sinne der Kreislaufwirtschaft zu analysieren.
- Nachhaltigkeitsbewertungstools (z. B. LCA, Stoffflussanalyse) fachgerecht anzuwenden.
- Materialien für extreme und sicherheitsrelevante Einsatzbedingungen zu beurteilen.
- materialbezogene Konflikte (Leistung, Kosten, Umweltwirkung) fachlich fundiert zu diskutieren / gegenüberzustellen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- interdisziplinär zu denken und technische, ökologische und soziale Aspekte zu integrieren.
- komplexe Problemstellungen systematisch zu strukturieren und zu analysieren.
- wissenschaftliche Inhalte klar, präzise und adressatengerecht zu kommunizieren.
- technologische Entwicklungen gesellschaftlich und ethisch zu reflektieren, sowie Verantwortung für die ökologischen und gesellschaftlichen Auswirkungen technischer Entscheidungen zu übernehmen.
- Entscheidungs- und Bewertungskompetenzen zu entwickeln, indem sie unterschiedliche Anforderungen abwägen und eine Werkstoffauswahl nachvollziehbar technisch begründen.
- die ökologischen Auswirkungen industrieller Prozesse zu beurteilen und daraus fundierte Strategien für nachhaltiges Handeln im unternehmerischen Kontext abzuleiten.
- bestehende Wertschöpfungsketten auf ihre Nachhaltigkeit hin zu analysieren und konkrete ökologische Transformationspotenziale zu identifizieren.

Inhalt:

- Lebenszyklus von Werkstoffen: Rohstoffgewinnung, Verarbeitung, Nutzung und End-of-Life
- Stoffflussanalysen, Recyclingstrategien und Kreislaufwirtschaftskonzepte
- Systematische Werkstoffauswahlmethoden und Eigenschaftsdiagramme
- Konflikte zwischen Werkstoffeigenschaften, Kosten und Nachhaltigkeit
- Globale Ressourcenverfügbarkeit und Materialbedarfe
- Zusammenhang zwischen Materialnutzung, Klimawandel und technologischer Entwicklung
- Integration ökologischer und sozialer Kriterien in die Werkstoffauswahl
- Anwendung von Nachhaltigkeitsindikatoren und Bewertungsmethoden
- Materialanforderungen für Speicherung, Transport und Nutzung von Wasserstoff
- Wasserstoffinduzierte Schädigungsmechanismen und Werkstoffversagen
- Struktur-Eigenschafts-Beziehungen von Hochleistungs- und Funktionspolymeren
- Alterung, Degradation und Einsatzgrenzen von Spezialkunststoffen
- Werkstoffe unter Strahlung, hohen Temperaturen und korrosiven Medien
- Sicherheitsrelevante Materialanforderungen und Lebensdauerbewertung
- Methoden der Technikfolgenabschätzung und sozial-ökologischen Analyse
- Bewertung gesellschaftlicher Auswirkungen technologischer Entwicklungen
- Methodik und Systemgrenzen von Life-Cycle-Assessments
- Anwendung von LCA zur Bewertung verfahrenstechnischer Systeme

Erwartete Vorkenntnisse:

Werkstoffübergreifende Kenntnisse des Aufbaus der Materialien, der werkstoffkundlichen Begriffe und Kenngrößen (Basis Modul). Überblick über die Vielfalt des Angebotes von Werkstoffen zur Realisierung technischer Produkte; Einfluss der Zusammensetzung, Morphologie, Herstellungsverfahren und Weiterverarbeitung auf die Eigenschaftsprofile der Werkstoffe.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A4 (Werkstoffe) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Leistungskontrolle durch schriftliche und/oder mündliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an (ingenieurwissenschaftlichen) Beispielen. Leistungskontrolle durch regelmäßige Hausübungen, Tafelleistung, Tests sind möglich.

Die Lehre im Modul orientiert sich an gendersensiblen und inklusiven Grundsätzen, z. B. durch inklusive Sprache und die Berücksichtigung vielfältiger Perspektiven. Aspekte gendersensibler Lehre werden dabei nach Möglichkeit berücksichtigt und stehen im Einklang mit den strategischen Zielsetzungen der TU Wien im Bereich Diversität und Gleichstellung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und

Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/2,0 VU Werkstoffkreislauf
3,0/2,0 VO Werkstoffauswahl
2,0/2,0 VO Materials, Ressources and Global Challenges
2,0/2,0 VO Sustainable Materials Selection
2,0/1,0 VO Werkstoffe in Wasserstofftechnologien
3,0/2,0 VO Spezialkunststoffe
3,0/2,0 VO Materialien in Nuklearen Anwendungen – Grundlagen
4,0/3,0 VO Social Ecology and Technology Assessment
3,0/2,0 VU LCA in der Systemverfahrenstechnik

Werkstoffverarbeitung

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Das Modul informiert über wichtige Verfahren der Kunststofftechnik und befasst sich mit den wichtigsten Entwicklungen bei der Granulat-, Halbzeug- und Fertigproduktherstellung. Es werden Kenntnisse der grundlegenden additiven Fertigungsverfahren übermittelt. Diese Kenntnisse werden in praktischen Übungen umgesetzt. Lösen von Designaufgaben. Eigenständiges Arbeiten auf dem Gebiet der Werkstoffverarbeitung und Werkstoffcharakterisierung. Vertiefung in ausgewählte Kapitel der Werkstoffwissenschaft, insbesondere zum Thema Fügetechnik und Leichtmetalle. Literatur- und Patentrecherchen zu aktuellen Themen der am Institut bearbeiteten Forschungsgebiete.

Fachkompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- wichtige Verfahren der Kunststofftechnik sowie die wichtigsten Entwicklungen bei der Granulat-, Halbzeug- und Fertigproduktherstellung zu beschreiben.
- Prozesse der Werkstoffverarbeitung und der Werkstoffcharakterisierung eigenständig durchzuführen.
- ausgewählte Kapitel der Werkstoffwissenschaften kritisch zu analysieren.
- Literatur- und Patentrecherchen zu aktuellen Themen der am Institut bearbeiteten Forschungsgebiete durchzuführen.
- grundlegende additive Fertigungsverfahren und deren bevorzugte Einsatzzwecke zu benennen.
- Designaufgaben zu lösen und mit Hilfe additiver Fertigungsverfahren in Bauteile umzusetzen.
- die wichtigsten Verfahren der Fügetechnik zu kennen und deren Vor- und Nachteile für verschiedene Einsatzzwecke zu verstehen.
- den Einsatz von Leichtmetallen in technischen Anwendungen zu beurteilen.

- die Potentiale der Verfahren für den Einsatz in der industriellen Fertigung zu einzuschätzen.

Überfachliche Kompetenzen:

Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage

- die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der genannten Kapitel in einem Vortrag zu präsentieren.
- Bauteile anhand von Designvorgaben zu entwerfen und mit additiven Fertigungsverfahren herzustellen.
- ein ausgewähltes Thema in Form einer Literaturlarbeit nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.
- die Ergebnisse der Literaturlarbeit am Ende der Lehrveranstaltung zu präsentieren.
- tiefergreifende fachliche Diskussionen zu den präsentierten Inhalten führen zu können.

Inhalt:

- Die derzeit kommerziell verfügbaren additiven Fertigungsverfahren werden vorgestellt.
- Die Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren werden beschrieben. Anhand von praktischen Fallbeispielen werden Probleme hinsichtlich werkstofflicher und geometrischer Anforderungen diskutiert und Lösungen erarbeitet. Neben industriell eingesetzten Verfahren wird auch auf momentan in Entwicklung befindliche Techniken eingegangen.
- Technologie der Kunststoffe: Extrusion, Kalandrieren, Extrusionsblasformen, Spritzgießen, Pressen, Schäumen werden erläutert und deren Einsatzgebiete dargestellt.
- Die Auswirkungen der einzelnen Fügeprozesse auf das Gefüge der Grundwerkstoffe werden beschrieben, um damit auf die zu erwartenden mechanischen Eigenschaften der gefügten Komponenten schließen zu können.
- Entwicklung von optimierten Leichtmetall-Mikrostrukturen während des Herstellungsprozesses und deren Steuerung durch thermomechanische Prozesse werden vorgestellt.
- Moderne Verfahren der Laserbearbeitung (Laserstrahlabtragen, -bohren und -schneiden, Laserstrahlumformen, Ultrakurzpulsbearbeitung, ...) werden präsentiert.

Erwartete Vorkenntnisse:

Werkstoffübergreifende Kenntnisse des Aufbaus der Materialien, der werkstoffkundlichen Begriffe und Kenngrößen (Basis Modul). Mittelschulwissen Chemie. Überblick über die Vielfalt des Angebotes von Ingenieurwerkstoffen zur Realisierung technischer Produkte; Einfluss der Zusammensetzung, Herstellungsverfahren und Weiterverarbeitung auf die Eigenschaftsprofile der Ingenieurwerkstoffe.

Verpflichtende Voraussetzungen:

Ein Aufbaumodul aus der Aufbaumodulkategorie A4 (Werkstoffe) muss bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Mündliche und schriftliche Prüfungen. Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an (ingenieurwissenschaftlichen) Beispielen. Bearbeitung von Designaufgaben und Herstellung der entworfenen Bauteile mit additiven Fertigungsverfahren. Im Rahmen des Seminars ist ein ausgewähltes Thema in Form einer Literaturlarbeit nach wiss. Methoden zu bearbeiten. Mögliche Seminarthemen werden bei der Vorbesprechung bekanntgegeben.

Die Lehre im Modul orientiert sich an gendersensiblen und inklusiven Grundsätzen, z. B. durch inklusive Sprache und die Berücksichtigung vielfältiger Perspektiven. Aspekte gendersensibler Lehre werden dabei nach Möglichkeit berücksichtigt und stehen im Einklang mit den strategischen Zielsetzungen der TU Wien im Bereich Diversität und Gleichstellung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Kunststofftechnik
3,0/2,0 VO Fügetechnik
2,0/2,0 VU Manufacturing Technologies
2,0/2,0 SE Werkstoffverarbeitung
1,0/1,0 EX Werkstoffverarbeitung
2,0/2,0 VO Light Metals
3,0/2,0 VO Laserbearbeitungstechnik

B Übergangsbestimmungen

1. Sofern nicht anders angegeben, wird im Folgenden unter Studium das *Masterstudium Maschinenbau (Studienkennzahl UE 066 445)* verstanden. Der Begriff neuer Studienplan bezeichnet diesen ab 1.10.2026 für dieses Studium an der Technischen Universität Wien gültigen Studienplan und alter Studienplan den bis dahin gültigen. Entsprechend sind unter neuen bzw. alten Lehrveranstaltungen solche des neuen bzw. alten Studienplans zu verstehen (alt inkludiert auch frühere Studienpläne). Mit Studienrechtlichem Organ ist das für das Masterstudium Maschinenbau zuständige Studienrechtliche Organ an der Technischen Universität Wien gemeint.
2. Die Übergangsbestimmungen gelten für Studierende, die den Studienabschluss gemäß neuem Studienplan an der Technischen Universität Wien einreichen und die vor dem 1.7.2026 zum Masterstudium Maschinenbau an der Technischen Universität Wien zugelassen waren. Das Ausmaß der Nutzung der Übergangsbestimmungen ist diesen Studierenden freigestellt.
3. Auf Antrag der_des Studierenden kann das Studienrechtliche Organ die Übergangsbestimmungen individuell modifizieren oder auf nicht von Absatz 2 erfasste Studierende ausdehnen.
4. Zeugnisse über Lehrveranstaltungen, die inhaltlich äquivalent sind, können nicht gleichzeitig für den Studienabschluss eingereicht werden. Im Zweifelsfall entscheidet das Studienrechtliche Organ über die Äquivalenz.
5. Zeugnisse über alte Lehrveranstaltungen können, sofern im Folgenden nicht anders bestimmt, jedenfalls für den Studienabschluss verwendet werden, wenn die Lehrveranstaltung von der_dem Studierenden mit Stoffsemester Sommersemester 2026 oder früher absolviert wurde.
6. Lehrveranstaltungen, die unter demselben Punkt in den Äquivalenzlisten angeführt sind, gelten als äquivalent. Die in der nachfolgenden Tabelle ausgewiesenen Änderungen betreffen ausschließlich den Umfang in ECTS-Punkten und Semesterstunden. Im Folgenden wird jede Lehrveranstaltung (*alt* oder *neu*) durch ihren Umfang in ECTS-Punkten (erste Zahl) und Semesterstunden (zweite Zahl), ihren Typ und ihren Titel beschrieben. Es zählt der ECTS-Umfang der tatsächlich absolvierten Lehrveranstaltung.

Überschüssige ECTS-Punkte können im Zuge der fachgebundenen Wahl angerechnet werden. Fehlende ECTS-Punkte von äquivalenten Lehrveranstaltungen, die nach dem alten Studienplan mit weniger ECTS-Punkten absolviert wurden, können mit ECTS-Punkten der freien Wahlfächer ausgeglichen werden.

Alt	Neu
3,0/2,0 VO Strömungsmechanik 2	5,0/4,0 VU Strömungsmechanik 2
2,0/1,0 UE Strömungsmechanik 2	

- Prüfungen zu 3,0/2,0 VO Strömungsmechanik 2 können zumindest noch bis Ende 2024S als Prüfung zum Vorlesungsteil der VU Strömungsmechanik 2 absolviert werden.
- 2,0/1,0 UE Strömungsmechanik 2 kann zumindest noch im Studienjahr 2023/24 als Prüfung zum Übungsteil der VU Strömungsmechanik 2 absolviert werden. Formal dazu wird 2,0/1,0 UE Strömungsmechanik 2 im Studienjahr 2023/24 angekündigt.

Alt	Neu
3,0/2,0 VO Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik	5,0/4,0 VU Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik
2,0/1,0 UE Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik	

- Prüfungen zu 3,0/2,0 VO Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik können zumindest noch bis Ende 2025S als Prüfung zum Vorlesungsteil der VU Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik absolviert werden.
- 2,0/1,0 UE Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik kann zumindest noch bis ins Studienjahr 2024/25 als Prüfung zum Übungsteil der VU Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik absolviert werden. Formal dazu wird 2,0/1,0 UE Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik in den Studienjahren 2023/24 und 2024/25 angekündigt.

Alt	Neu
3,0/2,0 VO Numerische Methoden der Strömungsmechanik	5,0/4,0 VU Numerische Methoden der Strömungsmechanik
2,0/2,0 UE Numerische Methoden der Strömungsmechanik	

- Prüfungen zu 3,0/2,0 VO Numerische Methoden der Strömungsmechanik können zumindest noch bis Ende 2024W auch als Prüfung zum Vorlesungsteil der VU Numerische Methoden der Strömungsmechanik absolviert werden.
- 2,0/2,0 UE Numerische Methoden der Strömungsmechanik kann zumindest noch bis ins Studienjahr 2024/25 als Prüfung zum Übungsteil der VU Numerische Methoden der Strömungsmechanik absolviert werden. Formal dazu wird 2,0/2,0 UE Numerische Methoden der Strömungsmechanik in den Studienjahren 2023/24 und 2024/25 angekündigt.

Alt	Neu
3,0/2,0 VO Kontinuierliche Simulation	5,0/4,0 VU Kontinuierliche Simulation
2,0/2,0 UE Kontinuierliche Simulation	

- Mündliche Prüfungen zu 3,0/2,0 VO Kontinuierliche Simulation werden zumindest noch bis Ende 2025S angeboten.

- 2,0/2,0 UE Kontinuierliche Simulation kann zumindest noch bis ins Studienjahr 2024/25 im Übungsteil der VU Kontinuierliche Simulation absolviert werden. Formal dazu wird 2,0/2,0 UE Kontinuierliche Simulation in den Studienjahren 2023/24 und 2024/25 angekündigt.

Das Vertiefungsmodul „Thermo-elektro-elastische Strukturmechanik“ wird ab dem Studienjahr 2023/24 unter der Bezeichnung „Mechanik dünner Strukturen“ angeboten. Die folgenden Lehrveranstaltungen aus diesem Module werden entsprechend der nachfolgenden Tabelle ab 2023W ersetzt. Ab WS 2023 kann das Modul unter der alten Bezeichnung nicht mehr begonnen werden:

Alt	Neu
3,0 / 2,0 VU Linientragwerke	3,0 / 2,0 VU Linientragwerke
3,0/2,0 VU Ebene Flächentragwerke	3,0/2,0 VU Flächentragwerke
3,0/2,0 VU Schalentheorie	3,0/2,0 VU Computerunterstützte Strukturmechanik
3,0/2,0 VU Mechanik intelligenter Konstruktionen	3,0/2,0 LU Mechanik dünner Strukturen
2,0/2,0 SE Neuere Arbeiten zur Mechanik thermo-elektro-elastischer Strukturen	2,0/2,0 SE Mechanik dünner Strukturen

Alt	Neu
1,5/1,5 VO Prozessrechnung und thermodynamische Auslegung von Verbrennungsmotoren	1,5/1,5 VO Thermodynamische Prinzipien Automobilier Antriebssysteme

Alt	Neu
3,0/2,0 VO Festkörperkontinuumsmechanik	5,0/4,0 VU Festkörperkontinuumsmechanik
2,0/2,0 UE Festkörperkontinuumsmechanik	

- Prüfungen zu 3,0/2,0 VO Festkörperkontinuumsmechanik können zumindest noch bis Ende 2026S als Prüfung zum Vorlesungsteil der VU Festkörperkontinuumsmechanik absolviert werden.
- 2,0/2,0 UE Festkörperkontinuumsmechanik kann zumindest noch bis ins Studienjahr 2025/26 als Prüfung zum Übungsteil der VU Festkörperkontinuumsmechanik absolviert werden. Formal dazu wird die 2,0/2,0 UE Festkörperkontinuumsmechanik in den Studienjahren 2024/25 und 2025/26 angekündigt.

Alt	Neu
3,0/2,0 VU Praxisgerechter Einsatz von FE-Methoden	3,0/2,0 VU Finite Elemente in der Anwendung
2,0/2,0 UE Finite Elemente in der Anwendung	

- Der Vorlesungsteil der 3,0/2,0 VU Praxisgerechter Einsatz von FE-Methoden kann zumindest noch bis ins Studienjahr 2025/26 als Prüfung zum Vorlesungsteil der VU Praxisgerechter Einsatz von FE-Methoden absolviert werden.
- Formal dazu wird die 3,0/2,0 VU Praxisgerechter Einsatz von FE-Methoden in den Studienjahren 2024/25 und 2025/26 angekündigt.

Alt	Neu
2,0/1,5 VO Modellbildung im Rahmen der Finite-Elemente-Methode	—

- 2,0/1,5 VO Modellbildung im Rahmen der Finite-Elemente-Methode wird noch 3 Semester nach letzter Abhaltung weiter geprüft.
- Die beiden Lehrveranstaltungen 3,0/2,0 VU Praxisgerechter Einsatz von FE-Methoden und 2,0/1,5 VO Modellbildung im Rahmen der Finite-Elemente-Methode – gelesen bis 2024S – zählen zum Pool der Lehrveranstaltungen im Modul Finite Elemente in der Ingenieurspraxis I

Alt	Neu
3,0/2,0 VO Nonlinear Finite Element Methods	5,0/4,0 VU Advanced Finite Element Methods
2,0/2,0 UE Nonlinear Finite Element Methods	
5,0/4,0 VU Isogeometric Analysis	

- 2,0/1,5 VO Modellbildung im Rahmen der Finite-Elemente-Methode
3,0/2,0 VO Advanced Material Models for Structural Analysis
3,0/2,0 VO Nonlinear Finite Element Methods (SS)
werden noch drei Semester nach letzter Abhaltung weiter geprüft.
- 2,0/2,0 UE Nonlinear Finite Element Methods kann zumindest noch bis ins Studienjahr 2025/26 als Prüfung zum Übungsteil der VU Advanced Finite Element Methods absolviert werden. Formal dazu wird die 2,0/2,0 UE Nonlinear Finite Element Methods in den Studienjahren 2024/25 und 2025/26 angekündigt.
- Der Vorlesungsteil der 5,0/4,0 VU Isogeometric Analysis kann zumindest noch bis ins Studienjahr 2025/26 als Prüfung zum Vorlesungsteil der VU Advanced Finite Element Methods absolviert werden. Formal dazu wird die 5,0/4,0 VU Advanced Finite Element Methods in den Studienjahren 2024/25 und 2025/26 angekündigt.

- Die drei Lehrveranstaltungen 3,0/2,0 VO Nonlinear Finite Element Methods, 2,0/2,0 UE Nonlinear Finite Element Methods und 5,0/4,0 VU Isogeometric Analysis – gelesen bis 2024S – zählen zum Pool der Lehrveranstaltungen im Modul Finite Elemente in der Ingenieurspraxis II

Alt	Neu
2,0/2,0 VO Kältetechnik	2,0/2,0 VO Kältetechnik und Wärmepumpen

Alt	Neu
5,0/3,0 VU Gas- und Aerodynamik	5,0/3,0 VU Aerodynamik 5,0/3,0 VU Gasdynamik

- Der Vorlesungsteil der 5,0/3,0 VU Gas- und Aerodynamik kann bis einschließlich Studienjahr 2026/27 als Prüfung zum Vorlesungsteil der VU Gas- und Aerodynamik absolviert werden.
- Formal dazu wird die 5,0/3,0 VU Gas- und Aerodynamik in den Studienjahren 2025/26 und 2026/27 angekündigt.
- Die Lehrveranstaltung 5,0/3,0 VU Gas- und Aerodynamik - gelesen bis 2025S - zählen zum Pool der Lehrveranstaltungen im Modul Aerodynamik

Alt	Neu
3,0 / 2,0 VO Wärmetechnische Anlagen	3,0 / 2,0 VO Wärmetechnische Anlagen 1
2,0/2,0 UE Übungen zu wärmetechnischen Anlagen	2,0/2,0 UE Wärmetechnische Anlagen 1
2,0/2,0 LU Wärmetechnik	2,0/2,0 LU Energietechnische Anlagen
2,0/2,0 SE Wärmetechnik	2,0/2,0 SE Energietechnische Anlagen
2,0/2,0 VO Modellierung und Simulation wärmetechnischer Prozesse	2,0/2,0 UE Konstruktion und Berechnung wärmetechnischer Anlagen
	2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Wärmetechnik

- Die Vorlesung der 2,0/2,0 VO Modellierung und Simulation wärmetechnischer Prozesse wird noch 3 Semester nach letzter Abhaltung weiter geprüft.
- Die Vorlesung 2,0/2,0 VO Modellierung und Simulation wärmetechnischer Prozesse kann wahlweise durch die 2,0/2,0 UE Konstruktion und Berechnung wärmetechnischer Anlagen oder 2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Wärmetechnik ersetzt werden.

Alt	Neu
3,0 / 2,0 SE Fortschrittliche und alternative Energieanlagen	3,0 / 2,0 SE Fortschrittliche Energieanlagen
2,0/1,0 LU Fortschrittliche und alternative Energieanlagen	2,0/2,0 LU Fortschrittliche Energieanlagen
3,0/2,0 VU Thermodynamik fortschrittlicher und alternativer Verfahren der Energiewandlung	3,0/2,0 VU Thermodynamik ausgewählter Energietechnologien
2,0 / 2,0 SE Ausgewählte Aspekte der Energietechnik	2,0 / 2,0 SE Energietechnische Anlagen

7. Aufbaumodule des alten Curriculum können nicht mehr begonnen werden. Bereits begonnene Aufbaumodule des alten Curriculum können noch bis einschließlich 31.10.2028 abgeschlossen und als solche angerechnet werden. Ein Aufbaumodul gilt als begonnen, wenn zumindest ein positives Zeugnis über eine dem Aufbaumodul zugeordnete Lehrveranstaltung mit Datum spätestens 31.10.2026 vorliegt. Die Anzahl der vier zu wählenden Aufbaumodulkategorien reduziert sich um jedes für den Studienabschluss eingereichte Aufbaumodul, das vor dem 31.10.2026 begonnen und bis einschließlich 31.10.2028 absolviert wurde. Wurden mehr als vier Aufbaumodule bereits vor dem 31.10.2026 begonnen, entfällt zusätzlich die Vorgabe der Aufbaumodule/-kategorien durch die Vertiefungsmodule.

Folgende Lehrveranstaltungen im Bereich der Aufbaumodule, die unter demselben Punkt in den nachfolgenden Äquivalenzlisten angeführt sind, gelten als äquivalent.

Alt	Neu
3,0/2,0 VO Einführung in die Finite Elemente Methoden	5,0/4,0 VU Einführung in die Finite Elemente Methoden
1,0/1,0 UE Einführung in die Finite Elemente Methoden	

- Prüfungen zu 3,0/2,0 VO Einführung in die Finite Elemente Methoden können zumindest noch bis Ende 2027S als Prüfung zum Vorlesungsteil der 5,0/4,0 VU Einführung in die Finite Elemente Methoden absolviert werden.
- Die 1,0/1,0 UE Einführung in die Finite Elemente Methoden kann zumindest noch bis ins Studienjahr 2027/28 als Prüfung zum Übungsteil der 5,0/4,0 VU Einführung in die Finite Elemente Methoden absolviert werden. Formal dazu wird die 1,0/1,0 UE Einführung in die Finite Elemente Methoden in den Studienjahren 2026/27 und 2027/28 angekündigt.

Alt	Neu
5,0/4,0 VU Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik	5,0/4,0 VU Einführung in die Finite-Differenzen und Finite-Volumen Methoden
3,0/2,0 VO Computational Fluid Dynamics für Strömungsmaschinen	3,0/2,0 VO Numerische Methoden für Strömungsmaschinen
2,0/2,0 UE Computational Fluid Dynamics für Strömungsmaschinen	2,0/2,0 UE Numerische Methoden für Strömungsmaschinen
2,0/1,5 VO Vertiefung Elektrotechnik und Elektronik für MB und WIMB	2,0/1,5 VO Angewandte Elektronik für MB und WIMB
2,0/1,5 VO Elektrische Antriebstechnik für MB und WIMB	1,5/1,0 VO Elektrischer Antriebsstrang für MB und WIMB
1,0/1,0 UE Elektrotechnik und Elektronik für MB und WIMB	Auswahl aus einer der nachfolgenden Lehrveranstaltungen: 1,5/1,0 VO Wasserstoff und Brennstoffzellen 1,5/1,0 VO Elektrische Speicher für Fahrzeuge 1,5/1,0 VO Motor- und Fahrzeugsteuerungen
4,0/2,5 VU Feedback Control	5,0/4,0 VU Feedback Control

Die Lehrveranstaltung 5,0/4,0 VU Feedback Control kann im neuen Studienplan als Aufbaumodul eingesetzt werden.

8. Vertiefungsmodule des alten Curriculums können nicht mehr begonnen werden. Bereits begonnene Vertiefungsmodule des alten Curriculum können noch bis einschließlich 31.10.2028 abgeschlossen werden. Ein Vertiefungsmodul gilt als begonnen, wenn Lehrveranstaltungen im Ausmaß von zumindest 6 ECTS aus den dem Vertiefungsmodul zugeordneten Lehrveranstaltungen mit Datum spätestens 31.10.2026 positiv absolviert wurden.

Folgende Vertiefungsmodule, die unter demselben Punkt in der nachfolgenden Äquivalenzliste angeführt sind, gelten als äquivalent.

Alt	Neu
Industrielle Energiesysteme und Digitale Methoden I & II	Energiesysteme
Energietechnik - Wärmetechnische Anlagen I & II	Wärmetechnische Anlagen
Energietechnik - Hydraulische Maschinen und Anlagen I & II	Hydraulische Strömungsmaschinen
Energietechnik - Energietechnik - Thermische Turbomaschinen I & II	Thermische Turbomaschinen
Kraftfahrzeugantriebe I & II	Kraftfahrzeugantriebe
Kraftfahrzeugtechnik I & II	Kraftfahrzeugtechnik
Automobil, Energie und Umwelt	Mobilität, Energie und Umwelt
Formula Student I & II	Formula Student
Student Aerospace I & II	Student Aerospace
Fertigungssysteme I & II	Fertigungstechnik 3
Lasergestützte Fertigung	Lasermaterialbearbeitung & Photonik
Fertigungsmesstechnik	Fertigungsmesstechnik & Qualität
Produktentwicklungsmethodik und Ecodesign	Virtuelle Produktentwicklung und ECO-design
Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis I & II	Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis
Risk Management	Risk and Sustainability Management
Leichtbau I & II	Leichtbau und Composites
Composite Strukturen	
Luftfahrzeugentwurf	Luftfahrzeugtechnik
Luftfahrzeugsysteme	
Fördertechnik I & II	Fördertechnik und Technische Logistik
Logistik	
Biomechanik der Gewebe	Biomechanik der Gewebe und des menschlichen Bewegungsapparates
Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates	

Ist eine Absolvierung von Lehrveranstaltungen aus dem gewählten Vertiefungsmodul im Umfang von 14 ECTS nicht möglich, weil Lehrveranstaltungen dieses Moduls bereits zur Erlangung des vorangehenden Bachelorstudiums verwendet wurden, so reduziert sich der Umfang des Vertiefungsmoduls um den Umfang der bereits verwendeten Lehrveranstaltungen; die fachgebundene Wahl erhöht sich in entsprechendem Ausmaß.

Folgende Lehrveranstaltungen im Bereich der Vertiefungsmodule, die unter demselben Punkt in den nachfolgenden Äquivalenzlisten angeführt sind, gelten als äquivalent.

Alt	Neu
2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Wärmetechnik	2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Energietechnik
3,0/2,0 VO Hydraulische Mess- und Versuchstechnik	3,0/2,0 VO Mess- und Versuchstechnik für Strömungsmaschinen
2,0/2,0 UE Hydraulische Mess- und Versuchstechnik	2,0/2,0 UE Mess- und Versuchstechnik für Strömungsmaschinen
4,0/3,0 VO Fortschrittliche Energieanlagen	4,0/3,0 VO Technologien zur Energiebereitstellung
3,0/2,0 SE Fortschrittliche Energieanlagen	3,0/2,0 SE Technologien zur Energiebereitstellung
2,0/1,5 VO Einführung in industrielle Energiesysteme und digitale Methoden	3,0/2,0 VO Grundlagen der Energietechnik und Energiesysteme
2,0/2,0 VU Numerische Prozesssimulation	2,0/2,0 VU Numerische Prozesssimulation von thermischen Energieanlagen
2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Wärmetechnik	2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Energietechnik
2,0/2,0 SE Energietechnische Anlagen	3,0/2,0 SE Technologien zur Energiebereitstellung
3,0/2,0 VO Hydraulische Maschinen und Anlagen I	3,0/2,0 VO Hydraulische Strömungsmaschinen
2,0/2,0 UE Hydraulische Maschinen und Anlagen I	2,0/2,0 UE Hydraulische Strömungsmaschinen
2,0/2,0 LU Hydraulische Maschinen und Anlagen I	2,0/2,0 LU Hydraulische Strömungsmaschinen
2,0/2,0 SE Hydraulische Maschinen und Anlagen II	2,0/2,0 SE Hydraulische Strömungsmaschinen
2,0/2,0 UE Energiesystemmodellierung	3,0/2,0 UE Energiesystemmodellierung
3,0/2,0 VU Design- und Betriebsoptimierung	4,0/3,0 VU Design- und Betriebsoptimierung
2,0/2,0 SE Industrieseminar	2,0/2,0 SE Industrieseminar Energietechnik
2,5/2,0 PR CFD Angewandte Fluidmechanik	2,5/2,0 UE Angewandte Fluidmechanik
4,0/2,0 VO Grundlagen der Fahrzeugdynamik	3,0/2,0 VO Grundlagen der Fahrzeugdynamik
4,0/3,0 VO Spezielle Probleme der Fahrzeugdynamik	4,0/3,0 VO Fahrzeugsystemdynamik und Fahrdynamikregelung
3,0/2,0 VO Stabilitätsprobleme bewegter Systeme	4,0/3,0 VO Stabilität bewegter Systeme
3,0/2,0 SE Fahrzeugdynamik Seminar	3,0/2,0 SE Smart Vehicles

Alt	Neu
5,0/4,0 VU Analytische Methoden des Leichtbaus	5,0/4,0 VU Analytical Methods in Lightweight Design
2,0/2,0 LU Analytische Methoden des Leichtbaus	2,0/2,0 LU Analytical Methods in Lightweight Design
5,0/4,0 VU Numerische Methoden des Leichtbaus	5,0/4,0 VU Optimization in Lightweight Design
2,0/2,0 LU Numerische Methoden des Leichtbaus	2,0/2,0 LU Optimization in Lightweight Design
5,0/4,0 VU Stabilitätsprobleme der Elastostatik	2,0/2,0 VU Numerische Behandlung von Stabilitätsproblemen
4,0/3,0 SE Seminar Luftfahrzeugentwurf (Seminar on Aircraft Design)	3,0/2,0 SE Seminar Luftfahrzeugentwurf (Seminar on Aircraft Design)
3,0/2,0 LU Flugzeugtechnisches Labor (Flight Lab)	3,0/2,0 LU Flugtechnisches Labor (Flight Lab)
3,0/2,0 VO Biomaterials	3,0/2,0 VO Biological Materials
3,0/2,0 VO Biokompatible Werkstoffe	3,0/2,0 VO Biocompatible materials
2,0/2,0 VU Computereinsatz in der Werkstofftechnik	3,0/2,0 VU Anwendungen von Phasendiagramm Berechnungen in der Werkstofftechnologie
3,0/2,0 VO Atomistic Materials Modeling	2,0/2,0 VU Methoden der atomistischen Werkstoffmodellierung
3,0/2,0 VO Spanende Fertigung und Umformtechnik	2,0/2,0 VO Umformtechnik
	3,0/2,0 VO Spanende Fertigung
1,0/1,0 LU Zerspanungstechnisches Labor	2,0/2,0 UE Spanende Fertigung
3,0/2,0 VO Roboter: Berechnung und Simulation	3,0/2,0 VU Programming and Simulation of Manufacturing Processes (CAD/CAM/CAE)
3,0/2,0 SE Fertigungssysteme	3,0/2,0 SE Industrielle Fertigungssysteme
3,0/2,0 VO Produktionsmesstechnik	3,0/2,0 VO Fertigungsmesstechnik
2,0/2,0 LU Produktionsmesstechnik	2,0/2,0 LU Fertigungsmesstechnik
3,0/2,0 SE Produktionsmesstechnik	3,0/2,0 SE Fertigungsmesstechnik
3,0/2,0 VO Lasersystemtechnik	3,0/2,0 VO Optik und Laser
3,0/2,0 VO Laserbearbeitungstechnik	3,0/2,0 VO Laser in der Fertigung
3,0/2,0 VO Präzisionsbearbeitung	3,0/2,0 VO Laser-Präzisionsbearbeitung
3,0/2,0 SE Lasergeräte	3,0/2,0 SE Lasersysteme und Anwendungen

Alt	Neu
3,0/2,0 VO SPS: Programmierung und Kommunikation	3,0/2,0 VO Programmierung von Echtzeitsystemen und Feldbuskommunikation
5,0/4,0 PR Integrative Produktentstehung	3,0/2,5 UE Integrative Produktentstehung
	2,0/1,5 LU Integrative Produktentstehung
5,0/4,0 VU Advanced Finite Element Methods	3,0/2,0 VU Nonlinear Finite Element Methods oder 5,0/4,0 VU Isogeometric Analysis die Äquivalenz ist abhängig von dem absolvierten Lehrveranstaltungsthema
4,0/3,0 VU Finite Elemente für gekoppelte Feldprobleme I	4,0/3,0 VU Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme I
3,0/2,0 VO Finite Elemente für gekoppelte Feldprobleme II	3,0/2,0 VO Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme II
2,0/2,0 UE Finite Elemente für gekoppelte Feldprobleme II	2,0/2,0 UE Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme II

Alt	Neu
3,0/2,0 LU Labor Technische Dynamik	2,0/2,0 LU Labor Technische Dynamik und Fahrzeugdynamik
3,0/2,0 SE Seminar Technische Dynamik	2,0/2,0 SE Modellbildung in der Technischen Dynamik und Mehrkörpersystemdynamik
3,0/2,0 VO Adaptive und Prädikative Regelung	3,0/2,0 VO Adaptive and Predictive Control
1,0/1,0 UE Adaptive und Prädikative Regelung	1,0/1,0 UE Adaptive and Predictive Control
5,0/4,0 VU Finite Element Methoden in der Biomechanik	5,0/4,0 VU Finite Element Methods in Biomechanics
3,0/2,0 VO Numerische Strömungsrechnung von Thermischen Turbomaschinen	3,0/2,0 VO Numerische Methoden für Strömungsmaschinen
2,0/2,0 VU Numerische Strömungsrechnung von Thermischen Turbomaschinen	2,0/2,0 UE Numerische Methoden für Strömungsmaschinen

- Die Vorlesungen der nachfolgenden Tabelle, die nicht mehr angeboten werden, werden noch 3 Semester nach der letzten Abhaltung weiter geprüft.

Alt	Neu
3,0/2,0 VO Hydraulische Maschinen und Anlagen II	—
2,0/2,0 UE Hydraulische Maschinen und Anlagen II	—
3,0/2,0 VO Rotorcraft Design, -Aeromechanik und -konfigurationen und ihre Auswirkungen auf das Getriebedesign	—
2,0/1,5 VO Optimaldimensionierung	—
3,0/2,0 VO Advanced Material Models for Structural Analysis	—
2,0/1,5 SE Flugzeugtechnisches Seminar (Aeronautical Seminar)	—
3,0/2,0 VO Spezielle Probleme der Mehrkörpersystemdynamik	—
3,0/3,0 VU Schweißgerechte Konstruktion	—
3,0/2,0 VU Energieeffiziente Produktion	—
2,0/2,0 VO Betrieb von Gas- und Dampfturbinen	—
3,0/2,0 VO Biomedical Fluid Mechanics	—
3,0/2,0 VO Hamilton'sche Systeme	—
1,5/1,0 VO Kraft- und Schmierstoffe	—
3,0/2,0 VO Grundlagen der QM, Prüfwesen und Zertifizierung	—
3,0/3,0 VO Reifentechnik	—
2,0/2,0 SE Dynamische Systeme	—
2,0/1,0 VO Moderne Qualitätsstrategien	—
3,0/2,0 VO Moderne Methoden im Produktionsmanagement	—
3,0/2,0 VU Innovationsmanagement und Marketing	—
3,0/2,0 VO Unternehmensrecht	—
3,0/2,0 VO Systemplanung	—
2,0/1,0 VO Lean Transformation	—
2,0/1,0 VO Marktpositionierung und Wertschöpfung in der Automobilindustrie	—

Alt	Neu
3,0/2,0 VO Rotordynamik	5,0/4,0 VU Rotordynamik
2,0/2,0 UE Rotordynamik	

- Prüfungen zu 3,0/2,0 VO Rotordynamik können zumindest noch bis Ende 2027W als Prüfung zum Vorlesungsteil der 5,0/4,0 VU Rotordynamik absolviert werden.
- 2,0/2,0 UE Rotordynamik kann zumindest noch bis ins Studienjahr 2027/28 als Prüfung zum Übungsteil der 5,0/4,0 VU Rotordynamik absolviert werden. Formal dazu wird die 2,0/2,0 UE Rotordynamik in den Studienjahren 2026/27 und 2027/28 angekündigt.

Alt	Neu
3,0/2,0 VO Computerunterstützte Methoden für dynamische Systeme	5,0/4,0 VU Nichtlineare Stabilität dynamischer Systeme
2,0/2,0 UE Computerunterstützte Methoden für dynamische Systeme	

- Prüfungen zu 3,0/2,0 VO Computerunterstützte Methoden für dynamische Systeme können zumindest noch bis Ende 2027S als Prüfung zum Vorlesungsteil der 5,0/4,0 VU Nichtlineare Stabilität dynamischer Systeme absolviert werden.
- 2,0/2,0 UE Computerunterstützte Methoden für dynamische Systeme kann zumindest noch bis ins Studienjahr 2027/28 als Prüfung zum Übungsteil der 5,0/4,0 VU Nichtlineare Stabilität dynamischer Systeme absolviert werden. Formal dazu wird die 2,0/2,0 UE Computerunterstützte Methoden für dynamische Systeme in den Studienjahren 2026/27 und 2027/28 angekündigt.

Alt	Neu
2,0/2,0 VO Materialflusssimulation	4,0/4,0 VU Materialflusssimulation
2,0/2,0 UE Materialflusssimulation	

- Prüfungen zu 2,0/2,0 VO Materialflusssimulation können zumindest noch bis Ende 2027S als Prüfung zum Vorlesungsteil der 4,0/4,0 VU Materialflusssimulation absolviert werden.
- 2,0/2,0 UE Materialflusssimulation kann zumindest noch bis ins Studienjahr 2027/28 als Prüfung zum Übungsteil der 4,0/4,0 VU Materialflusssimulation absolviert werden. Formal dazu wird die 2,0/2,0 UE Materialflusssimulation in den Studienjahren 2026/27 und 2027/28 angekündigt.

C Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen

Es gelten jedenfalls die in den Beschreibungen der Module in Anhang A definierten verpflichtenden Voraussetzungen. Die folgende Tabelle fasst die Voraussetzungen zusammen. Die nach EV in der rechten Spalte angeführten Module bzw. Lehrveranstaltungen bilden jeweils die Eingangsvoraussetzung (EV) für das Modul bzw. die Lehrveranstaltung in der linken Spalte der Tabelle. Die nach AV in der rechten Spalte angeführten Module bzw. Lehrveranstaltungen sind Abschlussvoraussetzungen (AV) des Moduls und müssen bis zum Ende des Masterstudiums absolviert werden.

Modulgruppe Aufbaumodule

Modul/Lehrveranstaltung	Eingangsvoraussetzung (EV) Abschlussvoraussetzung (AV)
Modul: <i>AI and Data Science</i>	EV: 2,5/2,0 VU Stochastik EV: 4,0/3,0 VU Grundlagen des Programmierens für MB, WIMB und VT
Modul: <i>Fertigungstechnik 2</i>	EV: Grundlagenmodul: Fertigungstechnik 1
Modul: <i>Höhere Konstruktionslehre</i>	EV: 2,0/2,0 UE Technisches Zeichnen/CAD EV: 3,0/3,0 UE Technisches Zeichnen/CAD Konstruktionsübung EV: 3,0/2,0 VO Grundlagen der Konstruktionslehre
Modul: <i>Höhere Maschinenelemente</i>	EV: Grundlagenmodul Maschinenelemente
Modul: <i>Maschinendynamik</i>	EV: Grundlagenmodul: Mechanik 2
Modul: <i>Mehrkörpersysteme</i>	EV: Grundlagenmodul: Mechanik 1 EV: Grundlagenmodul: Mechanik 2
Modul: <i>Regelungstechnik 2</i>	EV: 4,0/3,0 VU Grundlagen der Regelungstechnik

Modulgruppe Vertiefungsmodule Maschinenbau

Modul/Lehrveranstaltung	Eingangsvoraussetzung (EV) Abschlussvoraussetzung (AV)
Modul: <i>Additive Manufacturing and Biomaterials</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A4 (Werkstoffe)
Modul: <i>Advanced Numerical Solid Mechanics</i>	AV: Aufbaumodul: Einführung in die Finite Elemente Methode oder AV: Aufbaumodul: Struktursimulation
Modul <i>Aerodynamik</i>	AV: Aufbaumodul: <i>Strömungsmechanik 2</i>
Modul: <i>Apparate- und Anlagenbau</i>	AV: Aufbaumodul: Höhere Festigkeitslehre oder AV: Aufbaumodul: Einführung in die Finite Elemente Methoden oder AV: Aufbaumodul: Struktursimulation
Modul: <i>Automatisierungstechnik</i>	AV: Aufbaumodul: Regelungstechnik 2
Modul: <i>Biomechanik der Gewebe und des menschlichen Bewegungsapparates</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A2 (Technische Mechanik)
Modul: <i>Computational Methods in Biomedical Engineering</i>	AV: Aufbaumodulkategorie A1 (Numerische Methoden)
3,0/2,0 VU Biosignalanalyse mit Matlab	EV: 3,0/2,0 VO Biomedical Sensors and Signals
Modul: <i>Energiesysteme</i>	AV: Aufbaumodul: Thermodynamik 2
Modul: <i>Energietechnologien</i>	AV: Aufbaumodul: Thermodynamik 2 oder AV: Aufbaumodul: Wärmübertragung
Modul: <i>Fahrzeugsystemdynamik</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A2 (Technische Mechanik) EV: 3,0/2,0 VO Grundlagen der Fahrzeugdynamik
Modul: <i>Fertigungsautomatisierung</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A6 (Mechatronik)
Modul: <i>Fertigungsmesstechnik & Qualität</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A4 (Werkstoffe)

Modul: <i>Fertigungstechnik 3</i>	AV: Aufbaumodul: Fertigungstechnik 2
Modul: <i>Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A1 (Numerische Methoden)
Modul: <i>Fluidmechanik in Energie und Umwelt</i>	AV: Aufbaumodul: Strömungsmechanik 2
Modul: <i>Fördertechnik & Technische Logistik</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A5 (Konstruktion und Produktion)
Modul: <i>Formula Student</i>	EV: Zur Absolvierung der im Modul verpflichtenden Projektarbeit sind eine Mitgliedschaft beim Verein „TU Wien Racing“ für zumindest ein Studienjahr und die Teilnahme an mindestens zwei Formula Student Events im Sommer notwendig.
Modul: <i>Hydraulische Strömungsmaschinen</i>	AV: Aufbaumodul: Strömungsmechanik 2
Modul: <i>Kraftfahrzeugantriebe</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A6 (Mechatronik)
Modul: <i>Kraftfahrzeugtechnik</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A2 (Technische Mechanik) oder AV: Aufbaumodulkategorie: A5 (Konstruktion und Produktion)
Modul: <i>Lasermaterialbearbeitung & Photonik</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A4 (Werkstoffe) oder AV: Aufbaumodulkategorie: A5 (Konstruktion und Produktion)
Modul: <i>Leichtbau & Composites</i>	AV: Aufbaumodul: Einführung in die Finite Elemente Methode oder AV: Aufbaumodul: Struktursimulation
2,0/2,0 LU Analytical Methods in Lightweight Design	EV: 5,0/4,0 VU Analytical Methods in Lightweight Design
2,0/2,0 LU Optimization in Lightweight Design	EV: 5,0/4,0 VU Optimization in Lightweight Design
2,0/2,0 UE Design of Composite Structures using Finite Element Methods	EV: 4,0/3,0 VU Lightweight Design with Fiber-Reinforced-Polymers
Modul: <i>Luftfahrtgetriebe</i>	EV: Grundlagenmodul: Konstruktion EV: Grundlagenmodul: Maschinenelemente EV: Aufbaumodul: Höhere Maschinenelemente
Modul: <i>Luftfahrzeugtechnik</i>	AV: Aufbaumodul: Strömungsmechanik 2 oder AV: Aufbaumodul: Thermodynamik 2

Modul: <i>Maschinenelemente und Tri-bologie</i>	AV: Aufbaumodulkategorie A4 (Werkstoffe) EV: Grundlagenmodul: Maschinenelemente
Modul: <i>Mechanik dünner Strukturen</i>	AV: Aufbaumodul: Struktursimulation
Modul: <i>Mechatronische Systeme</i>	AV: Aufbaumodul: Regelungstechnik 2
Modul: <i>Modellierung gekoppelter Feldprobleme</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A1 (Numerische Metho-den)
Modul: <i>Mobilität, Energie und Um-welt</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A3 (Strömungsmechanik und Thermodynamik)
Modul: <i>Numerische Strömungsme-chanik</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A1 (Numerische Metho-den)
Modul: <i>Production Information Ma-nagement</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A1 (Numerische Metho-den)
Modul: <i>Rehabilitationstechnik</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A2 (Technische Mecha-nik)
Modul: <i>Schienenfahrzeugbau</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A1 (Numerische Metho-den) oder AV: Aufbaumodulkategorie: A2 (Technische Mecha-nik) oder AV: Aufbaumodulkategorie: A5 (Konstruktion und Produktion)
Modul: <i>Student Aerospace</i>	EV: Zur Absolvierung der im Modul verpflichtenden Projektarbeit sind eine Mitgliedschaft beim Verein „TU Wien Space Team“ für zumindest ein Studien-jahr und die Mitarbeit an einem Projekt des TU Wien Space Teams erforderlich.
Modul: <i>Technische Dynamik</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A2 (Technische Mecha-nik)
Modul: <i>Thermische Turbomaschi-nen</i>	AV: Aufbaumodul: Strömungsmechanik 2
Modul: <i>Virtuelle Produktentwick-lung und Ecodesign</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A5 (Konstruktion und Produktion)
Modul: <i>Virtuelles Werkstoffdesign</i>	AV: Aufbaumodul: Grundlagen der Werkstoffmodel-lierung
Modul: <i>Wärmetechnische Anlagen</i>	AV: Aufbaumodul: Thermodynamik 2
Modul: <i>Werkstoffprüfung</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A4 (Werkstoffe)
Modul: <i>Werkstoffe & Nachhaltigkeit</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A4 (Werkstoffe)
Modul: <i>Werkstoffverarbeitung</i>	AV: Aufbaumodulkategorie: A4 (Werkstoffe)

D Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen

Prüfungsfach „Vertiefende Grundlagen“

Modul „Scientific Machine and Reinforcement Learning“ (5,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Scientific Machine and Reinforcement Learning for Engineers

Modul „Einführung in die Finite Differenzen und Finite Volumen Methoden“ (5,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Einführung in die Finite-Differenzen und Finite-Volumen Methoden

Modul „Einführung in die Finite Elemente Methoden“ (5,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Einführung in die Finite Elemente Methoden

Modul „Struktursimulation“ (5,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Struktursimulation

Modul „Höhere Festigkeitslehre“ (5,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Höhere Festigkeitslehre

Modul „Maschinendynamik“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Maschinendynamik

2,0/2,0 UE Maschinendynamik

Modul „Mehrkörpersysteme“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Grundlagen der Mehrkörpersystemdynamik

2,0/2,0 UE Grundlagen der Mehrkörpersystemdynamik

Modul „Strömungsmechanik 2“ (5,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Strömungsmechanik 2

Modul „Thermodynamik 2“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Thermodynamik in der Energietechnik

2,0/2,0 UE Thermodynamik in der Energietechnik

Modul „Wärmeübertragung“ (5,0 ECTS)

5,0/3,0 VU Wärmeübertragung

Modul „Grundlagen der Werkstoffmodellierung“ (5,0 ECTS)

2,0/2,0 VU Methoden der atomistischen Werkstoffmodellierung

1,0/1,0 VU Physikalisch basierte semiempirische Berechnung von Phasendiagrammen

2,0/2,0 VU Datengesteuerte Ansätze in der Werkstoffwissenschaft

Modul „Oberflächentechnik“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Oberflächentechnik

2,0/2,0 LU Oberflächentechnik

Modul „Werkstofftechnologie“ (5,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Werkstofftechnik der Stähle

2,0/1,5 VO Ingenieurwerkstoffe

1,0/1,0 LU Werkstoffprüfung 2

Modul „Fertigungstechnik 2“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Spanende Fertigung

2,0/2,0 UE Spanende Fertigung

Modul „Höhere Konstruktionslehre“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung

2,0/2,0 UE Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung

Modul „Höhere Maschinenelemente“ (5,0 ECTS)

3,0/3,0 VO Maschinenelemente 3

2,0/2,0 UE Maschinenelemente 3

Modul „Elektrotechnik und Elektronik 2“ (5,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Angewandte Elektronik für MB und WIMB

1,5/1,0 VO Elektrischer Antriebsstrang für MB und WIMB

1,5/1,0 VO Wasserstoff und Brennstoffzellen

1,5/1,0 VO Elektrische Speicher für Fahrzeuge

1,5/1,0 VO Motor- und Fahrzeugsteuerungen

Modul „Regelungstechnik 2“ (5,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Feedback Control

Modul „Human Resource Management and Leadership“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Human Resource Management and Leadership

2,0/2,0 UE Human Resource Management and Leadership

Modul „Industrielle Informationssysteme“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Industrielle Informationssysteme

2,0/2,0 UE Industrielle Informationssysteme

Modul „Technology Entrepreneurship“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Technology Entrepreneurship

2,0/2,0 UE Technology Entrepreneurship

Modul „Venture Financing and Sustainability Management“ (5,0 ECTS)

2,5/2,0 VU Venture Financing

2,5/2,0 VU Sustainability Management

Prüfungsfach „Vertiefung und Projektarbeit“ (33,0 ECTS)

Modul „Apparate- und Anlagenbau“ (14,0 ECTS)

4,0/3,0 VU Grundlagen des Apparate- und Anlagenbaus
3,0/2,0 VO Apparatebau
4,0/4,0 UE Apparatebau Konstruktionsübung
3,0/3,0 VU Druckgeräte - Modellbildung und Bewertung

Modul „Energiesysteme“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Energiesystemmodellierung
3,0/2,0 UE Energiesystemmodellierung
4,0/3,0 VU Design- und Betriebsoptimierung
2,0/2,0 VU Numerische Prozesssimulation von thermischen Energieanlagen
2,0/2,0 VU Innovative gebäudetechnische Systeme
2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Energietechnik
2,0/2,0 SE Industrieseminar Energietechnik

Modul „Energietechnologien“ (14,0 ECTS)

4,0/3,0 VO Technologien zur Energiebereitstellung
3,0/2,0 SE Technologien zur Energiebereitstellung
2,0/2,0 LU Energietechnische Anlagen
3,0/2,0 VU Thermodynamik ausgewählter Energietechnologien
2,0/2,0 VU Energiespeicher
3,0/2,0 VO Lüftungs- und Klimatechnik
2,0/2,0 VO Kältetechnik und Wärmepumpen
2,0/2,0 SE Industrieseminar Energietechnik

Modul „Fluidmechanik in Energie und Umwelt “ (14,0 ECTS)

2,0/2,0 VO Angewandte Fluidmechanik
2,5/2,0 LU Labor Angewandte Fluidmechanik
2,5/2,0 UE Angewandte Fluidmechanik
4,0/3,0 VU Mehrphasenströmung
3,0/2,0 SE Seminar Fluidmechanik
3,0/2,0 SE Seminar Turbulenz
3,0/2,0 VU Strömungsmechanik für Umweltanwendungen
3,0/2,0 VU Strömungsmechanik für industrielle Anwendungen

Modul „Hydraulische Strömungsmaschinen“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Hydraulische Strömungsmaschinen
2,0/2,0 UE Hydraulische Strömungsmaschinen
2,0/2,0 LU Hydraulische Strömungsmaschinen
2,0/2,0 SE Hydraulische Strömungsmaschinen
3,0/2,0 VO Numerische Methoden für Strömungsmaschinen
2,0/2,0 UE Numerische Methoden für Strömungsmaschinen

3,0/2,0 VO Mess- und Versuchstechnik für Strömungsmaschinen
2,0/2,0 UE Mess- und Versuchstechnik für Strömungsmaschinen

Modul „Thermische Turbomaschinen“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Thermische Turbomaschinen
2,0/2,0 UE Thermische Turbomaschinen
2,0/2,0 LU Thermische Turbomaschinen
2,0/2,0 SE Thermische Turbomaschinen
3,0/2,0 VO Numerische Methoden für Strömungsmaschinen
2,0/2,0 UE Numerische Methoden für Strömungsmaschinen
3,0/2,0 VO Mess- und Versuchstechnik für Strömungsmaschinen
2,0/2,0 UE Mess- und Versuchstechnik für Strömungsmaschinen

Modul „Wärmetechnische Anlagen“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Wärmetechnische Anlagen 1
2,0/2,0 UE Wärmetechnische Anlagen 1
2,0/2,0 LU Energietechnische Anlagen
3,0/2,0 SE Technologien zur Energiebereitstellung
3,0/2,0 VO Wärmetechnische Anlagen 2
2,0/2,0 UE Konstruktion und Berechnung wärmetechnischer Anlagen
2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Wärmetechnik

Modul „Fahrzeugsystemdynamik“ (14,0 ECTS)

4,0/3,0 VO Fahrzeugsystemdynamik und Fahrdynamikregelung
4,0/3,0 VO Stabilität bewegter Systeme
3,0/2,0 SE Smart Vehicles
3,0/2,0 VU Mikromobilität und Fahrer-Fahrzeug Interaktion
3,0/2,0 VU Schienenfahrzeugdynamik

Modul „Formula Student“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 PR Formula Student
2,0/2,0 SE Konstruktionswettbewerb
3,0/3,0 VU Teambuilding und Leadership
2,0/2,0 UE Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung
2,0/2,0 VU Methodik der 3D-CAD Konstruktion
2,0/2,0 UE Virtuelle Produktentwicklung
2,0/2,0 UE Design of Composite Structures using Finite Element Methods
3,0/2,0 VU Finite Elemente in der Anwendung
3,0/2,0 VU Programmieren mit MATLAB
2,0/2,0 LU Programmierung von Werkzeugmaschinen
3,0/2,0 VO Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung
3,0/2,0 VO Virtuelle Produktentwicklung
3,0/2,0 VO Tribologie für Maschinenbauer
4,0/3,0 VU Lightweight Design with Fiber-Reinforced-Polymers

3,0/2,0 VO Füge-technik
3,0/2,0 VO KFZ-Technik
3,0/2,0 VO KFZ-Antriebe
3,0/2,0 SE Fahrzeugdynamik Seminar
1,5/1,0 VO Rennmotoren und Rennfahrzeuge
1,5/1,0 VO Kriterien zukünftiger Kraftfahrzeuge I
1,5/1,0 VO Kriterien zukünftiger Kraftfahrzeuge II
1,5/1,0 VO Zukünftige Antriebskonzepte
2,0/2,0 VO Alternative Antriebe
2,0/2,0 VO Automatisiertes Fahren und Alternative Fahrzeugtechnik
3,0/2,0 VU Grundlagen der Organisation
3,0/2,0 VU Controlling
3,0/2,0 VU Qualitätsmanagement
3,0/2,0 VU Enterprise Risk Management (Fundamentals)

Modul „Kraftfahrzeugantriebe“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO KFZ-Antriebe
2,0/2,0 LU KFZ-Antriebe
4,0/3,0 UE KFZ-Antriebe
2,0/2,0 VO Alternative Antriebe
1,5/1,0 SE KFZ-Antriebe
2,0/2,0 LU Laborübung Brennstoffzellenantrieb
1,5/1,0 VO Wasserstoff und Brennstoffzellen - Energieträger und Energiewandler im Fahrzeug und in anderen Anwendungen
1,5/1,5 VO Thermodynamische Prinzipien Automobil- Antriebssysteme
1,5/1,0 VO Motor- und Fahrzeugsteuerungen

Modul „Kraftfahrzeugtechnik“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO KFZ-Technik
2,0/2,0 LU KFZ-Technik
4,0/3,0 UE KFZ-Technik
1,5/1,0 SE KFZ-Technik
2,0/2,0 VO Automatisiertes Fahren und Alternative Fahrzeugtechnik
1,5/1,5 VO Nutz- und Sonderfahrzeuge
1,5/1,0 VO Elektrische Speicher für Fahrzeuge

Modul „Mobilität, Energie und Umwelt“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Hybridantriebe
2,0/2,0 LU Fahrzeugantriebe - Abgas und Energie
2,0/1,5 VO Motor Vehicle Noise Emissions
3,0/2,0 SE Automobil, Energie und Umwelt
2,0/1,5 VO Großmotoren
2,0/1,5 VO Automotive Exhaust Emissions
2,0/1,5 VO Katalytische Abgasreinigung an Verbrennungsmotoren

Modul „Schienenfahrzeugbau“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Schienenfahrzeugbau
3,0/2,0 SE Schienenfahrzeugbau
1,0/1,0 UE Schienenfahrzeugbau
2,0/2,0 LU Schienenfahrzeugbau
5,0/5,0 UE Schienenfahrzeugbau Konstruktionsübung
2,0/3,0 VU Strukturanalyse im Schienenfahrzeugbau

Modul „Aerodynamik“ (14,0 ECTS)

5,0/3,0 VU Aerodynamik
3,0/2,0 VO Grenzschichttheorie
5,0/3,0 VU Gasdynamik
3,0/2,0 VO Turbulente Strömungen
5,0/3,0 VU Computational Aerodynamics
3,0/2,0 SE Seminar Strömungsmechanik

Modul „Leichtbau & Composites“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Analytical Methods in Lightweight Design
2,0/2,0 LU Analytical Methods in Lightweight Design
5,0/4,0 VU Optimization in Lightweight Design
2,0/2,0 LU Optimization in Lightweight Design
4,0/3,0 VU Lightweight Design with Fiber-Reinforced-Polymers
2,0/2,0 UE Design of Composite Structures using Finite Element Methods
2,0/2,0 SE Light Weight Structures
3,0/2,0 VO Sandwich Structures

Modul „Luftfahrtgetriebe“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Luftfahrtgetriebe
3,0/3,0 LU Luftfahrtgetriebe
5,0/5,0 UE Luftfahrtgetriebe Konstruktionsübung
3,0/2,0 SE Luftfahrtgetriebe

Modul „Luftfahrzeugtechnik“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Flugzeugentwurf I (Aircraft Design I)
5,0/4,0 VU Flugzeugentwurf II (Aircraft Design II)
5,0/4,0 VU Luftfahrzeugsystemtechnik (Aircraft Systems Technology)
3,0/2,0 SE Seminar Luftfahrzeugentwurf (Seminar on Aircraft Design)
4,0/3,0 VU Systemtechnik (Systems Engineering)
3,0/2,0 LU Flugtechnisches Labor (Flight Lab)

Modul „Student Aerospace“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 PR Student Aerospace Projektarbeit
2,0/2,0 SE Seminar Konstruktionswettbewerb
2,0/2,0 VU Methodik der 3D CAD Konstruktion

2,0/1,5 VO Ingenieurwerkstoffe
 2,0/2,0 VU Werkstoffdiagnostik
 2,0/2,0 VU Additive Manufacturing Technologies
 2,0/2,0 VO Angewandte Fluidmechanik
 2,0/1,5 VU Projekt- und Prozessmanagement
 3,0/2,0 VO Virtuelle Produktentwicklung
 2,0/2,0 UE Virtuelle Produktentwicklung
 3,0/3,0 VU Teambuilding and Leadership
 3,0/2,0 VU Inspirational Leadership im 21. Jahrhundert
 2,0/2,0 UE Design of Composite Structures using Finite Element Methods
 3,0/2,0 VO Metallische Hochtemperaturwerkstoffe
 4,0/3,0 VU Lightweight Design with Fiber-Reinforced-Polymers
 5,0/3,0 VU Wärmeübertragung
 1,0/1,0 LU Werkstoffprüfung 2
 2,0/2,0 VO Light Metals
 5,0/4,0 VU Analytical Methods in Lightweight Design
 2,0/2,0 LU Analytical Methods in Lightweight Design
 2,0/2,0 SE Light Weight Structures
 3,0/2,0 VU Composites Engineering
 5,0/4,0 VU Numerische Methoden der Strömungsmechanik
 3,0/2,0 SE Seminar Strömungsmechanik
 3,0/2,0 VO Verbundwerkstoffe und Verbunde
 4,0/3,0 VU Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme 1

Modul „Additive Manufacturing and Biomaterials“ (14,0 ECTS)

2,0/2,0 VU Additive Manufacturing Technologies
 3,0/2,0 VO Biological Materials
 3,0/2,0 VO Biocompatible materials
 3,0/2,0 VU 3D Printing & Biofabrication
 3,0/2,0 SE Werkstoffe für den Maschinenbau
 3,0/2,0 PR Robo Fetz

Modul „Fertigungstechnik 3“ (14,0 ECTS)

2,0/2,0 VO Umformtechnik
 2,0/2,0 VO Spanende Präzisionsbearbeitung
 3,0/2,0 VO Auslegung von Werkzeugmaschinen
 3,0/2,0 SE Fertigungstechnik
 1,0/1,0 VO Industrial Additive Manufacturing
 3,0/2,0 VU Programming and Simulation of Manufacturing Processes
 (CAD/CAM/CAE)
 2,0/1,5 VO Überprüfung von Fertigungseinrichtungen
 2,0/2,0 LU Überprüfung von Fertigungseinrichtungen
 2,0/2,0 LU Programmierung von Werkzeugmaschinen
 3,0/2,0 SE Industrielle Fertigungssysteme

3,0/2,0 VO Industrielle Fertigungssysteme
1,0/1,0 UE Industrielle Fertigungssysteme

Modul „Lasermaterialbearbeitung & Photonik “ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Optik und Laser
3,0/2,0 VO Laser in der Fertigung
3,0/2,0 VO Laser-Präzisionsbearbeitung
3,0/2,0 SE Lasersysteme und Anwendungen
2,0/2,0 UE Laborübungen Lasertechnik
2,0/2,0 VU Additive Manufacturing Technologies

Modul „Virtuelles Werkstoffdesign“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VU Anwendungen von Phasendiagramm Berechnungen in der Werkstoff-
technologie
2,0/2,0 VU Vorhersage von Werkstoffeigenschaften mit Atomen und Elektronen
2,0/2,0 VU Methoden des Maschinellen Lernens: Fallstudien in der Werkstoff-
technologie
2,0/2,0 VU Elastizität und Versetzungen
2,0/2,0 VU Metastabilitäten in der Werkstoffverarbeitung- und anwendung
3,0/2,0 VU Werkstofflegierungen für Hochtemperatur-Anwendungen
2,0/2,0 VO Computergestützte Tribologie der Werkstoffe
3,0/3,0 VU Multiskalen Werkstoffmodellierung

Modul „Werkstoffprüfung“ (14,0 ECTS)

2,0/2,0 VU Werkstoffdiagnostik
2,0/2,0 SE Betriebsfestigkeit
2,0/2,0 LU Bruchmechanik
3,0/2,0 VU Schadensanalyse
3,0/3,0 VU Korrosion
4,0/4,0 VU Mechanische Werkstoffprüfung
3,0/2,0 VO Bruchmechanik

Modul „Werkstoffe & Nachhaltigkeit“ (14,0 ECTS)

2,0/2,0 VU Werkstoffkreislauf
3,0/2,0 VO Werkstoffauswahl
2,0/2,0 VO Materials, Ressources and Global Challenges
2,0/2,0 VO Sustainable Materials Selection
2,0/1,0 VO Werkstoffe in Wasserstofftechnologien
3,0/2,0 VO Spezialkunststoffe
3,0/2,0 VO Materialien in Nuklearen Anwendungen – Grundlagen
4,0/3,0 VO Social Ecology and Technology Assessment
3,0/2,0 VU LCA in der Systemverfahrenstechnik

Modul „Werkstoffverarbeitung“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Kunststofftechnik

3,0/2,0 VO Fügetechnik
2,0/2,0 VU Manufacturing Technologies
2,0/2,0 SE Werkstoffverarbeitung
1,0/1,0 EX Werkstoffverarbeitung
2,0/2,0 VO Light Metals
3,0/2,0 VO Laserbearbeitungstechnik

Modul „Fertigungsautomatisierung“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Automatisierungs- und Steuerungstechnik
3,0/2,0 VO Industrielle Fertigungssysteme
3,0/2,0 VO Programmierung von Echtzeitsystemen und Feldbuskommunikation
3,0/2,0 VO Einsatz von PPS- und Leitsystemen
2,0/1,5 LU Integrative Produktentstehung
3,0/2,0 VO Robotik in der Fertigung
3,0/2,0 SE Industrielle Fertigungssysteme
1,0/1,0 UE Industrielle Fertigungssysteme
2,0/2,0 LU Programmierung von Werkzeugmaschinen

Modul „Fertigungsmesstechnik & Qualität“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Fertigungsmesstechnik
3,0/2,0 VO Geometrische Produkt-Spezifikation und Verifikation
2,0/2,0 LU Fertigungsmesstechnik
3,0/2,0 SE Fertigungsmesstechnik
2,0/2,0 LU Koordinatenmessmaschinen
3,0/2,0 VO Statistische Qualitätssicherung und PMI/CAQ
2,0/1,5 VO Überprüfung von Fertigungseinrichtungen
2,0/2,0 LU Überprüfung von Fertigungseinrichtungen

Modul „Fördertechnik & Technische Logistik“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Förder- und Transporttechnik
4,0/4,0 UE Förder- und Transporttechnik Konstruktionsübung
2,0/1,5 SE Fördertechnik Seminar mit Exkursion
2,0/2,0 LU Fördertechnik Laborübungen
2,0/1,5 VO Stetigförderer
3,0/2,0 VU Schüttgutsimulation
3,0/2,0 VO Tragwerkslehre
2,0/1,5 VO Seilbahnbau
3,0/2,0 VO Technische Logistik
4,0/4,0 VU Materialflusssimulation

Modul „Maschinenelemente und Tribologie“ (14,0 ECTS)

3,0/3,0 LU Maschinenelemente
3,0/2,0 VO Tribologie der Maschinenelemente
3,0/2,0 VO Geschmierte Kontakte - Einführung in die Schmierstoff-Oberflächenwechselwirkungen

3,0/2,0 VO Spezielle Maschinenelemente
2,0/2,0 UE Spezielle Maschinenelemente
3,0/2,0 VO Getriebe Ausgewählte Kapitel
2,0/2,0 UE Getriebe Ausgewählte Kapitel

Modul „Production Information Management“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Industrial Artificial Intelligence (IAI)
2,0/2,0 UE Industrial Data Science (IDS)
3,0/2,0 VU Production Information Management Systems (PIMS)
3,0/2,0 VU Digital Simulation of Ergonomics and Robotics (DSER)
3,0/2,0 SE Seminararbeit Smart Production Systems (SMS)

Modul „Virtuelle Produktentwicklung und Ecodesign“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Produktentwicklung, Innovation und ECO-Design
3,0/2,0 SE ECO-Design Seminar
3,0/2,0 VO Virtuelle Produktentwicklung
2,0/2,0 UE Virtuelle Produktentwicklung
2,0/2,0 VO Product Lifecycle Management
1,0/1,0 UE Product Lifecycle Management
2,0/2,0 VU Methodik der 3D-CAD Konstruktion
4,0/3,0 VU Systems Engineering / Systemtechnik

Modul „Advanced Numerical Solid Mechanics“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VU Nonlinear Finite Element Methods
3,0/2,0 VU Fundamentals of Continuum Mechanics
2,0/2,0 VU Numerische Behandlung von Stabilitätsproblemen
2,0/2,0 VO Advanced Materials Modeling
2,0/2,0 SE Machine Learning in Engineering Applications
3,0/2,0 VO Structural Plasticity
4,0/3,0 VU Implementation of a Finite Element Program
5,0/4,0 VU Isogeometric Analysis
4,0/3,0 VU Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme 1

Modul „Automatisierungstechnik“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Digital Control
1,0/1,0 UE Digital Control
2,0/2,0 VU Zustandsregelung von Mehrgrößensystemen
3,0/2,0 VO Adaptive and Predictive Control
1,0/1,0 UE Adaptive and Predictive Control
3,0/2,0 VO Identifikation – Experimentelle Modellbildung
1,0/1,0 UE Identifikation – Experimentelle Modellbildung
3,0/2,0 VU Intelligente Regelverfahren
2,0/2,0 LU Regelungstechnik Vertiefungslabor
3,0/2,0 SE Seminar aus Regelungstechnik

Modul „Fahrzeugsystemdynamik“ (14,0 ECTS)

4,0/3,0 VO Fahrzeugsystemdynamik und Fahrdynamikregelung
4,0/3,0 VO Stabilität bewegter Systeme
3,0/2,0 SE Smart Vehicles
3,0/2,0 VU Mikromobilität und Fahrer-Fahrzeug Interaktion
3,0/2,0 VU Schienenfahrzeugdynamik

Modul „Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VU Finite Elemente in der Anwendung
2,0/3,0 VU Strukturanalyse im Schienenfahrzeugbau
3,0/2,0 VU Modellierung und Simulation in der Produktionstechnik
2,0/2,0 UE Design of Composite Structures using Finite Element Methods
5,0/4,0 VU Optimization in Lightweight Design
2,0/2,0 LU Optimization in Lightweight Design

Modul „Mechanik dünner Strukturen“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VU Linientragwerke
3,0/2,0 VU Flächentragwerke
3,0/2,0 VU Computergestützte Strukturmechanik
3,0/2,0 VO Strukturplastizität
3,0/3,0 LU Mechanik dünner Strukturen
2,0/2,0 SE Mechanik dünner Strukturen

Modul „Mechatronische Systeme“ (14,0 ECTS)

3,0/3,0 SE Seminar Mechatronische Systeme
4,0/3,0 LU Labor Mechatronische Systeme
4,0/3,0 VU Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme I
3,0/2,0 VO Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme II
2,0/2,0 UE Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme II
3,0/2,0 VO Identifikation – Experimentelle Modellbildung
1,0/1,0 UE Identifikation – Experimentelle Modellbildung
2,0/2,0 LU Regelungstechnik Vertiefungslabor
3,0/2,0 VU Modalanalyse

Modul „Modellierung gekoppelter Feldprobleme“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 SE Modellierung gekoppelter Feldprobleme
4,0/3,0 VU Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme I
3,0/2,0 VO Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme II
2,0/2,0 UE Finite Elemente Methoden für gekoppelte Feldprobleme II
4,0/3,0 VU Fluid-Structure Interaction
3,0/2,0 VO Theorie, Modellierung und Simulation mikro- und nanoelektromechanischer Systeme (MEMS/NEMS)

Modul „Numerische Strömungsmechanik“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Numerische Methoden der Strömungsmechanik

3,0/2,0 UE Berechnung turbulenter Strömungen mit Computerprogrammen
 3,0/2,0 VU Numerische Modellierung turbulenter Strömungen
 3,0/2,0 SE Seminar Turbulenz
 5,0/3,0 VU Computational Aerodynamics
 3,0/2,0 VO Numerische Methoden für Strömungsmaschinen
 2,0/2,0 UE Numerische Methoden für Strömungsmaschinen

Modul „Technische Dynamik“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Rotordynamik
 5,0/4,0 VU Nichtlineare Stabilität dynamischer Systeme
 4,0/3,0 VO Technische Schwingungslehre
 2,0/2,0 LU Labor Technische Dynamik und Fahrzeugdynamik
 2,0/2,0 SE Modellbildung in der Technischen Dynamik und Mehrkörpersystemdynamik

Modul „Biomechanik der Gewebe und des menschlichen Bewegungsapparates“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Biomechanik der Gewebe
 2,0/2,0 UE Biomechanik der Gewebe
 2,0/2,0 SE Biomechanik der Gewebe
 2,0/2,0 LU Biomechanik der Gewebe
 3,0/2,0 SE Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates
 3,0/2,0 VO Modellbildung des Bewegungsapparates
 3,0/2,0 VO Unfallbiomechanik
 3,0/2,0 VO Experimental Mechanics and Characterization of the Hierarchical Structure of Biological Tissues
 3,0/2,0 VO Der Motor Muskel
 2,0/2,0 LU Der Motor Muskel

Modul „Computational Methods in Biomedical Engineering“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Finite Element Methods in Biomechanics
 3,0/2,0 VU Computational Biomaterials and Biomechanics
 3,0/2,0 VU Biosignalanalyse mit Matlab
 3,0/2,0 VO Medizinische Bildverarbeitung
 4,0/3,0 VU Computational Bionics
 3,0/2,0 VU Computational Methods in Neural Engineering
 3,0/2,0 VO Regelungsmathematische Modelle in der Medizin

Modul „Rehabilitationstechnik“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Rehabilitationstechnik
 2,0/2,0 LU Rehabilitationstechnik
 3,0/2,0 SE Rehabilitationstechnik
 3,0/2,0 VO Prothetik
 3,0/2,0 VU Technische Wiederherstellung von Körperfunktionen durch funktionelle Elektrostimulation

3,0/2,0 LU Bewegungsanalyse
3,0/2,0 VO Der Motor Muskel
2,0/2,0 LU Der Motor Muskel

Modul „Projektarbeit“ (5,0 ECTS)

Prüfungsfach „Fachgebundene Wahl“ (18,0 ECTS)

Modul „Fachgebundene Wahl“ (18,0 ECTS)

5,0/4,0 VU AI and Data Science
3,0/2,0 VO Einführung in die Biomedizinische Technik
3,0/2,0 VO Industrieseminar Energietechnik
2,0/2,0 EX Exkursion zu Hydraulischen Maschinen und Anlagen
2,0/2,0 EX Exkursion zu Thermischen Turbomaschinen und Energieanlagen
2,0/2,0 EX Exkursion wärmetechnische Anlagen
3,0/2,0 VO Ölhydraulik
2,0/2,0 VO Maschinendiagnostik und Instandhaltung hydraulischer Maschinen und Anlagen
3,0/2,0 VO Moderne Entwicklungstendenzen bei thermischen Turbomaschinen
3,0/2,0 VU Umweltschutz bei thermischen Energieanlagen
4,0/4,0 PA Analyse des Bauteilversagens
4,0/4,0 PA Alternative Werkstoffkonzepte
4,0/4,0 VU Werkstoffprüfung
3,0/2,5 VU Werkstoffcharakterisierung und zerstörungsfreie Prüfung
3,0/3,0 SE Abbildung der Metalle mittels Röntgen-, Elektronen- und Neutronenstrahlen
3,0/2,0 VO Untersuchung von Werkstoffschäden in Produktionsanlagen
2,0/2,0 LU Werkstoffkundliche Untersuchung
3,0/2,0 VO Grundlagen der Lasertechnik
3,0/2,0 VO Intelligent Manufacturing Systems
3,0/2,0 VO Basic Nanotechnology and Nanometrology
1,5/1,0 VO Weiterentwicklung des Ottomotors
4,0/4,0 PA Motor, Kraftfahrzeug und Umwelt
1,5/1,5 VO KFZ-Antriebe Vertiefung
1,5/1,0 VO Neue Mobilitäts-, Karosserie- und Technologiekonzepte
3,0/2,0 VO Angew. Hydrostatik und Hydrodynamik im Schiffbau
3,0/2,0 VO Moderne Weltraumantriebe-Advanced Space Propulsion Systems
3,0/2,0 VU Composites Engineering
3,0/2,0 VU Cardiovascular Fluid Mechanics
3,0/2,0 VU Selected Topics of Fluid Mechanics
2,0/2,0 UE Präsentation und Kommunikation von Methoden der Mechanik
2,0/2,0 SE Präsentation und Kommunikation von Methoden der Mechanik
3,0/2,0 VO Elastizitätstheorie

2,0/2,0 VO Zustandsüberwachung von Maschinen
 1,0/2,0 VO Industrielle Echtzeitsteuerungssysteme und Informationstechnik
 3,0/2,0 VO Dynamik und Steuerung von Raumfahrzeugen
 3,0/2,0 VU Circular Economy Management
 3,0/2,0 VO Nachhaltige Wertschöpfungssysteme
 2,0/1,0 VU Simulation and Optimization
 3,0/2,0 VU International Negotiations
 2,0/1,0 VO Strategien der Automobilindustrie
 3,0/2,0 VU Digitale Fabrikplanung
 3,0/2,0 VU Assistance Systems in Manufacturing 2
 3,0/2,0 SE Assembly Systems 2: Advanced Manufacturing
 3,0/2,0 VU Strategic Management
 3,0/2,0 VO Grundlagen der Energietechnik & Energiesysteme
 2,0/2,0 VO Grundlagen der Strömungsmaschinen
 3,0/2,0 VO Grundlagen der Fahrzeugdynamik
 2,0/2,0 VO Nachhaltige Mobilität
 5,0/4,0 VU Einführung in die Luftfahrttechnik: Aerodynamik, Leichtbau und
 Flugeleistungen
 2,5/2,0 VO Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungstechnologien: Konzepte und
 Technologien
 2,5/2,0 UE Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungstechnologien: Vertiefung und
 Anwendung
 2,0/1,0 VO Integrative Produktentstehung
 3,0/3,0 UE Integrative Produktentstehung
 5,0/4,0 VU Kontinuierliche Simulation
 5,0/4,0 VU Schwerpunkteinführung Biomedical Engineering

Prüfungsfach „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (9,0 ECTS)

Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (9,0 ECTS)

Prüfungsfach „Diplomarbeit“ (30,0 ECTS)

27,0 ECTS Diplomarbeit
 3,0 ECTS Kommissionelle Abschlussprüfung