



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 13. Mai 2023

Gültig ab 1. Oktober 2024

Inhaltsverzeichnis

§1 Grundlage und Geltungsbereich	3
§2 Qualifikationsprofil	3
§3 Dauer und Umfang	4
§4 Zulassung zum Masterstudium	4
§5 Aufbau des Studiums	5
§6 Lehrveranstaltungen	18
§7 Prüfungsordnung	21
§8 Studierbarkeit und Mobilität	22
§9 Diplomarbeit	23
§10 Akademischer Grad	23
§11 Qualitätsmanagement	23
§12 Inkrafttreten	24
§13 Übergangsbestimmungen	24
A Modulbeschreibungen	25
B Übergangsbestimmungen	101
C Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen	106
D Prüfungsfächer mit den zugeordneten Pflichtmodulen und Lehrveranstaltungen	107

§1 Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium *Maschinenbau* an der Technischen Universität Wien. Dieses Masterstudium 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 dieses Studiums orientieren sich am Qualifikationsprofil gemäß Abschnitt §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:

- Forschung und Entwicklung
- Prozess- und Verfahrenstechnik
- Maschinen- und Anlagenbau (Planung, Konstruktion)
- Produktionstechnik
- Umwelttechnik
- Automobiltechnik
- Energietechnik
- Werkstofftechnik

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

Fachliche und methodische Kompetenzen 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 Technologiefeldern 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 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.

Kognitive und praktische 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 und setzen diese in einem angemessenen Zeitraum um und reflektieren die Ergebnisse und den Weg dorthin.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen 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 Forschungsoperationen, 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.

§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 ist jedenfalls das Bachelorstudium *Maschinenbau* der Technischen Universität Wien.

Für die Bachelorstudien *Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau* und *Verfahrenstechnik* an der Technischen Universität Wien und das Bachelorstudium *Maschinenbau* an der Technischen Universität Graz können zum Ausgleich wesentlicher fachlicher Unterschiede von dem_der Studiendekan_in Lehrveranstaltungen im Umfang von bis zu 18 ECTS-Punkte vorgeschrieben werden, welche dann an Stelle von Lehrveranstaltungen des Moduls *Fachgebundene Wahl* verwendet werden können.

Zum Ausgleich wesentlicher fachlicher Unterschiede können Ergänzungsprüfungen vorgeschrieben werden, die bis zum Ende des zweiten Semesters des Masterstudiums abzulegen sind.

Die Unterrichtssprache ist Deutsch. Studienbewerber_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 (30,0 ECTS)

Modulgruppe Aufbaumodule:

Computational Fluid Dynamics für Strömungsmaschinen (5,0 ECTS)

Elektrotechnik und Elektronik 2 (5,0 ECTS)

Festkörperkontinuumsmechanik (5,0 ECTS)

Höhere Festigkeitslehre (5,0 ECTS)

Höhere Maschinenelemente (5,0 ECTS)

Maschinendynamik (5,0 ECTS)

Mehrkörpersysteme (5,0 ECTS)

Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik (5,0 ECTS)

Oberflächentechnik (5,0 ECTS)

Simulationstechnik (5,0 ECTS)

Strömungsmechanik 2 (5,0 ECTS)

Thermodynamik 2 (5,0 ECTS)
Virtuelle Produktentwicklung (5,0 ECTS)
Wärmeübertragung (5,0 ECTS)
Werkstofftechnologie (5,0 ECTS)

Aus der Modulgruppe Aufbaumodule sind sechs Module zu absolvieren. Bereits in einem Bachelorstudium in vollem Umfang absolvierte Aufbaumodule können nicht mehr gewählt werden.

Wenn in der Modulbeschreibung nicht anders angegeben sind alle Lehrveranstaltungen, die in der Modulbeschreibung angeführt sind, zu absolvieren um das Modul abzuschließen.

Vertiefung und Projektarbeit (33,0 ECTS)

Projektarbeit (5,0 ECTS)

Das Modul *Projektarbeit* ist verpflichtend zu absolvieren.

Modulgruppe Vertiefungsmodule:

Aerodynamik (14,0 ECTS)
Apparate- und Anlagenbau (14,0 ECTS)
Automatisierungstechnik (14,0 ECTS)
Automobil, Energie und Umwelt (14,0 ECTS)
Biomechanik der Gewebe (14,0 ECTS)
Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates (14,0 ECTS)
Composite-Strukturen (14,0 ECTS)
Energietechnik - Aspekte und Anwendungen (14,0 ECTS)
Energietechnik - Fortschrittliche Energieanlagen (14,0 ECTS)
Energietechnik - Hydraulische Maschinen und Anlagen I & II (14,0 ECTS)
Energietechnik - Thermische Turbomaschinen I & II (14,0 ECTS)
Energietechnik - Wärmetechnische Anlagen I & II (14,0 ECTS)
Fahrzeugsystemdynamik (14,0 ECTS)
Fertigungsautomatisierung (14,0 ECTS)
Fertigungsmesstechnik (14,0 ECTS)
Fertigungssysteme I & II (14,0 ECTS)
Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis I & II (14,0 ECTS)
Fördertechnik I & II (14,0 ECTS)
Formula Student I & II (14,0 ECTS)
Industrielle Energiesysteme und Digitale Methoden I & II (14,0 ECTS)
Kraftfahrzeugantriebe I & II (14,0 ECTS)
Kraftfahrzeugtechnik I & II (14,0 ECTS)

Lasergestützte Fertigung (14,0 ECTS)
Leichtbau I & II (14,0 ECTS)
Luftfahrtgetriebe (14,0 ECTS)
Luftfahrzeugentwurf (Aircraft Design) (14,0 ECTS)
Luftfahrzeugsysteme (Aircraft Systems) (14,0 ECTS)
Maschinenelemente und Tribologie (14,0 ECTS)
Mechanik dünner Strukturen (14,0 ECTS)
Mechatronische Systeme (14,0 ECTS)
Numerische Strömungsmechanik (14,0 ECTS)
Produktentwicklungsmethodik und Ecodesign (14,0 ECTS)
Rehabilitationstechnik (Rehabilitation Engineering) (14,0 ECTS)
Schienenfahrzeugbau (14,0 ECTS)
Student Aerospace I & II (14,0 ECTS)
Technische Dynamik (14,0 ECTS)
Technische Logistik (14,0 ECTS)
Werkstoffanwendung (14,0 ECTS)
Werkstoffeinsatz I & II (14,0 ECTS)
Werkstoffverarbeitung (14,0 ECTS)

Aus der Modulgruppe Vertiefungsmodule sind zwei vollständige Module im Umfang von jeweils 14 ECTS-Punkten zu absolvieren. Für Lehrveranstaltungen eines Moduls im Umfang von 7 ECTS-Punkten, die auch im Bachelorstudium *Maschinenbau* der TU Wien als Modul der Modulgruppe Berufsfeldorientierung angeboten werden und absolviert wurden, können ersatzweise Lehrveranstaltungen im Umfang von 7 ECTS-Punkten auch aus einem anderen Modul der Modulgruppe Vertiefungsmodule absolviert werden. Das Modul, dessen Lehrveranstaltungen substituiert wurden, gilt damit als absolviert.

Wenn in der Modulbeschreibung nicht anders angegeben sind alle Lehrveranstaltungen, die in der Modulbeschreibung angeführt sind, zu absolvieren um das Modul abzuschließen.

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. Trifft dies auf eine Lehrveranstaltung in einem gewählten Modul des Masterstudiums zu, verringert sich der ECTS-Umfang des Moduls um den ECTS-Umfang dieser Lehrveranstaltung. Der ECTS-Umfang des Moduls *Fachgebundene Wahl* vergrößert sich dementsprechend.

Eine absolvierte Lehrveranstaltung kann für den Abschluss des Masterstudiums nur einmal herangezogen werden. Sollte ein und dieselbe Lehrveranstaltung in beiden gewählten Vertiefungsmodulen enthalten sein, verringert sich der ECTS-Umfang eines der beiden Module um den ECTS-Umfang dieser Lehrveranstaltung. Der ECTS-Umfang des Moduls *Fachgebundene Wahl* vergrößert sich dementsprechend.

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 und im Mitteilungsblatt veröffentlicht wird. Ziel ist es, einen individuellen fachlichen Schwerpunkt zu setzen oder 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

Computational Fluid Dynamics für Strömungsmaschinen (5,0 ECTS) Nach positiver Absolvierung des Moduls „CFD für Strömungsmaschinen“ sind Studierende in der

Lage, einfache Simulationen von Strömungen in rotierenden Maschinen zu planen, durchzuführen, zu analysieren und zu evaluieren. Die Studierenden sind mit der Geometrieaufbereitung und Diskretisierung von Rechengebieten vertraut, und verfügen über Kenntnisse der grundlegenden Konzepte der turbulenten Strömungs-, Mehrphasenströmungs- und Rotationsmodellierung. Die Studierenden sind in der Lage, selbständig Wirkungsgrade und erste Optimierungen von Strömungsmaschinen durchzuführen.

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.

Festkörperkontinuumsmechanik (5,0 ECTS) Dieses Modul vermittelt die grundlegenden Konzepte und Rechenmethoden der Kontinuumsmechanik fester Körper bei großen Verformungen. Das Modul liefert wesentliche Grundlagen für Vertiefungen im Bereich der Finiten Elemente Methoden und der Biomechanik der Gewebe sowie für den Leichtbau und Composite-Strukturen. Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage die vermittelten Konzepte zu erklären und herzuleiten sowie die Rechenmethoden auf einfache theoretische Beispiele anzuwenden.

Höhere Festigkeitslehre (5,0 ECTS) Die Studierenden beherrschen die Theorie der Torsion eines geraden Stabes, die Wölbkrafttorsion, Torsionsschwingungen, Verformung und Beanspruchung rotationssymmetrischer Scheiben und Schalen und die Anwendung von Näherungsmethoden auf diese Aufgabenstellungen, soweit sie für den anwendungsorientierten Einsatz in den Ingenieurwissenschaften relevant sind. Sie verfügen über Praxis im anwendungsorientierten Einsatz des Gelernten auf Fragestellungen, wie sie in der Ingenieurspraxis auftreten. Sie sind zur eigenständigen Modellierung und Untersuchung von Tragwerken befähigt und mit den einfachen Grundelementen von Tragwerken und mit Näherungsverfahren vertraut.

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.

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 bei maschinendynamischen Problemstellungen erworben.

Mehrkörpersysteme (5,0 ECTS) Die Studierenden verfügen über Grundlagenkenntnisse auf dem Gebiet der Mehrkörper-Systemdynamik. Sie beherrschen, aufbauend auf eine systematische 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 bei mehrkörperdynamischen Problemstellungen.

Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik (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.

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.

Simulationstechnik (5,0 ECTS) Die Studierenden besitzen Grundlagenkenntnisse auf dem Gebiet der kontinuierlichen Simulation technischer Systeme. Es wird eine Einführung in kontinuierliche Simulationssprachen und Simulationssoftware geboten, sodass die Simulationstechnik zweckentsprechend eingesetzt werden kann. Dazu gehört auch das Wissen um die methodische Vorgangsweise (Modellierung, Kodierung, Debugging, Validierung, etc.) und die Anwendung von textuellen Simulatoren und von graphischen Simulatoren zur Lösung von Problemstellungen aus dem Bereich dynamische/technische Systeme. Die Studierenden haben die Befähigung zum eigenständigen Arbeiten beim Einsatz der Simulationstechnik in speziellen Fachgebieten (Regelungstechnik, Mechatronik, Konstruktionsbereich, Mehrkörperdynamik, Strömungsmechanik, etc.) erlangt.

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.

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.

Virtuelle Produktentwicklung (5,0 ECTS) Ziel des Moduls ist die Erlangung von Fähigkeiten in der Anwendung spezieller IT-basierter Methoden im Produktentstehungsprozess. Die Studierenden sind in der Lage, Produktentwicklungstätigkeiten methodisch maßgeblich mitzugestalten. Sie können dafür methodische Konzepte bewerten und anwenden und geeignete IT Verfahren auswählen. Die Studierenden beherrschen grundlegende Techniken und Werkzeuge der Virtuellen Produktentwicklung und haben diese beispielhaft angewendet.

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

Aerodynamik (14,0 ECTS) In diesem Modul werden die Grundlagen der Aero- und Gasdynamik gelehrt. Zunächst lässt sich die Zahl der unabhängigen Parameter eines Problems mit einer Dimensionsanalyse auf ein Minimum reduzieren und es werden alle relevanten dimensionslosen Kennzahlen identifiziert. Danach werden asymptotische Methoden, mit denen man näherungsweise Strömungsprobleme analytisch lösen kann, vermittelt. Mit diesen Methoden werden auch die für die Aerodynamik wichtigen Grenzschichtströmungen eingehend analysiert. Darüber hinaus werden Unterschall- und Überschallströmungen in technischen Anwendungen, im Speziellen in der Aerodynamik, behandelt.

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.

Automobil, 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.

Biomechanik der Gewebe (14,0 ECTS) Aufbauend auf Grundlagen der Mechanik und der Werkstoffwissenschaften hat dieses Modul das Ziel, das Verständnis der engen Beziehungen zwischen hierarchischer Struktur und mechanischer Funktion der Gewebe des Bewegungsapparates, die Anwendung der mathematischen Modellierung ihres Verhaltens und die Relevanz ihrer morphologischen und biomechanischen Eigenschaften in einem klinischen Umfeld zu vermitteln. Erweitert wird dieses Modul mit numerischen Methoden für die Simulation, um das biomechanische Verhalten von Geweben des Bewegungsapparates zu vermitteln. Aspekte in diesem Bereich hinsichtlich Finite Elemente Methoden, Modellbildung, experimentelle Materialcharakterisierung, CAE Werkzeuge, Modellerstellung und Ergebnisinterpretation werden dabei angesprochen.

Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates (14,0 ECTS) Die Studierenden besitzen Kenntnisse über unterschiedliche Modellierungsansätze zur Beschreibung des (menschlichen) Bewegungsapparates und dabei auftretender Probleme. Sie können zur Lösung konkreter Fragestellungen geeignete Modelle entwickeln und Verfahren auswählen.

Composite-Strukturen (14,0 ECTS) Die Studierenden erwerben methodisches Wissen über die Technologie der Verbundwerkstoffe, Werkstoffverbunde und von Composite Bauteilen hinsichtlich Materialauswahl, Herstellung, Konstruktion und Berechnung, Qualitätssicherung, experimenteller Charakterisierung und Reparatur. Ferner werden die Studierenden befähigt das thermo-mechanische Verhalten von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden auf verschiedenen Längenskalen zu modellieren.

Energietechnik - Aspekte und Anwendungen (14,0 ECTS) Die Studierenden lernen ausgewählte Felder der Energietechnik ihre Anwendungen und Berechnungsmethoden vertiefend kennen. Sie kommen mit neuesten Forschungs- und Entwicklungsergebnissen in Kontakt und beleuchten diese kritisch.

Energietechnik - Fortschrittliche Energieanlagen (14,0 ECTS) Die Studierenden erhalten im Modul einen Überblick über die wichtigsten Technologien und die dahinterstehenden naturwissenschaftlichen und technischen Konzepte: fortschrittliche Kraftwerksprozesse, Kernfusion, Geothermie, Biomassenutzung, Solartechnik, solare Wasserstoffproduktion, Wärmepumpen, Windenergie, hydraulische Anlagen.

Energietechnik - Hydraulische Maschinen und Anlagen I & II (14,0 ECTS) Die Studierenden haben die Anwendung der Strömungsmechanik und der Maschinenelemente auf die Auslegung und Berechnung der hydraulischen Maschinen und Anlagen in den Grundlagen und der Vertiefung kennengelernt. Aufbauend auf dem vertieften Wissen werden die Funktionsweise, das Betriebsverhalten und die Regelprobleme dieser Maschinen und Anlagen vermittelt. Im Besonderen werden am gesamten hydraulischen System die instationären Betriebszustände behandelt. In Laborversuchen haben sie die

messtechnische Umsetzung der Basiskennwerte und spezielle Untersuchungen an Modellmaschinen durchgeführt.

Energietechnik - Thermische Turbomaschinen I & II (14,0 ECTS) Die Studierenden haben die Anwendung der Strömungsmechanik und der technischen Mechanik auf die Auslegung und Berechnung der Thermischen Turbomaschinen kennen gelernt und sind mit der Funktionsweise, dem Betriebsverhalten und den Regelproblemen dieser Maschinen vertraut. Die Kenntnis fortschrittlicher numerischer Methoden zur strömungstechnischen Untersuchung von Thermischen Turbomaschinen befähigt die Studierenden, die Energieumsetzung in den Maschinen zu verbessern und deren Einsatzgrenzen zu erweitern.

Energietechnik - Wärmetechnische Anlagen I & II (14,0 ECTS) Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Bauformen, Komponenten und Technologien beim Bau von Wärmetechnischen Anlagen und befassen sich in einzelnen Feldern eingehender mit dem Stand der Technik und neuen Entwicklungstendenzen. Sie erlernen grundlegende Methoden zur Auslegung, Berechnung und Aufbereitung für numerische Simulationen.

Fahrzeugsystemdynamik (14,0 ECTS) Die Studierenden erlangen Kenntnisse aus dem Gebiet der Fahrzeugsystemdynamik von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen. Sie können das Fahrerverhalten und Interaktion Fahrer-Fahrzeug modellieren und kennen aktive Fahrsicherheits- und Fahrdynamikregelsysteme sowie Fahrerassistenzsysteme.

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

Fertigungssysteme I & II (14,0 ECTS) Die Studierenden beherrschen die Berechnungsmodelle für unterschiedliche Bearbeitungsverfahren als Voraussetzung für die Auslegung von Produktionsprozessen, die Konstruktion von Werkzeugmaschinen, Werkzeugen und Vorrichtungen. Sie kennen die für die unterschiedlichen Verfahren zum Einsatz kommenden Maschinenkonzepte sowie die gegenseitigen Wechselwirkungen zwischen Maschine und Prozess.

Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis I & II (14,0 ECTS) Das Modul vermittelt den Studierenden die erforderlichen Kompetenzen zur Bearbeitung von ingenieurtechnischen Fragestellungen mithilfe der Finite-Elemente-Methode. Hierzu werden praxisnahe Kenntnisse in Modellbildung, Pre-Processing, Durchführung von Finite-Elemente-Analysen und Post-Processing in einer für die industrielle Praxis relevanten Softwareumgebung vermittelt. Zudem erfolgt eine Vertiefung der Grundlagen,

insbesondere in Bezug auf nichtlineare Probleme in der Strukturmechanik, Mehrfeldprobleme und Probleme der Produktionstechnik sowie Composite Materialien und Strukturen. Als neue numerische Methoden wird die isogeometrische Analyse eingeführt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der algorithmischen Umsetzung von Finite-Elemente-Routinen sowie deren Integration in ein Finite-Element-Programm. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, konkrete ingenieurtechnische Problemstellungen mithilfe der Finite-Elemente-Methode zu lösen. Darüber hinaus haben sie die Fähigkeit, Finite-Elemente-Routinen in einer entsprechenden Programmiersprache zu implementieren, zu testen und die Implementierung zu dokumentieren, um vorhandene Finite-Elemente-Programme zu erweitern.

Fördertechnik I & II (14,0 ECTS) Die Studierenden kennen die konstruktiven Gestaltungskriterien der wichtigsten Fördermittel und deren Bauelemente Sie können sowohl im Bereich Anlagenbau Stetigförderer innerhalb komplexer Anlagen funktionsgerecht und leistungsgerecht einplanen als auch in der Konstruktion und Weiterentwicklung von Stetigförderern arbeiten.

Formula Student I & II (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 Englisch. Studierende erwerben daher auch die Fähigkeit, mit englischsprachiger Literatur umzugehen und in englischer Sprache zu diskutieren und zu präsentieren.

Industrielle Energiesysteme und Digitale Methoden I & II (14,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung einerseits zum Wissen über industrielle Energiesysteme und aktuelle Rahmenbedingungen. Andererseits wird im Bereich der Modellierung, Optimierung und Digitalisierung notwendiges Methodenwissen zur Erreichung resilienter Systeme aufgebaut und vertieft.

Kraftfahrzeugantriebe I & II (14,0 ECTS) Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über die verschiedenen Arten von aktuellen und zukünftigen (konventionellen und alternativen) Kraftfahrzeugantriebssystemen - beginnend von der Energie bzw. Kraftstoffbereitstellung über die Energiewandlung bis zu Abgasnachbehandlungssystemen. Sie sind in der Lage, technologische Lösungen für Fahrzeugantriebssysteme nachzuvollziehen, zu analysieren und zu bewerten. Sie können Berechnungen von grundlegenden Zusammenhängen und Prozessen bei der Energiewandlung in KFZ-Antriebssystemen durchführen.

Kraftfahrzeugtechnik I & II (14,0 ECTS) Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über die verschiedenen Arten von aktuellen und zukünftigen Fahrzeugkonzepten. Sie können technologische Lösungen für Straßenfahrzeuge nachvollziehen, analysieren und bewerten sowie grundlegende Funktionen von Fahrzeugen berechnen. Sie

haben die experimentellen und berechnungstechnischen Methoden anhand aktueller Forschungsprojekte angewendet und geübt.

Lasergestützte Fertigung (14,0 ECTS) Im Modul „Lasergestützte Fertigung“ 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 Hochleistungslaseranlagen für die Materialbearbeitung erprobt werden.

Leichtbau I & II (14,0 ECTS) Die Studierenden sind - aufbauend auf Grundlagen der Festigkeitslehre, der Maschinenelemente, der Werkstoffwissenschaften und der Konstruktionslehre befähigt, Transportmittel, Verkehrsmittel, Maschinen und Anlagen oder Komponenten daraus aus der Sicht des Leichtbaus so zu gestalten, dass diese - bei Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich ihres Einsatzes - möglichst geringe Masse besitzen und somit möglichst leicht sind.

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.

Luftfahrzeugentwurf (Aircraft Design) (14,0 ECTS) Nach positiver Absolvierung des Moduls kennen die Studierenden die Funktionen einzelner Flugzeugkomponenten, besitzen grundlegende Kenntnisse über strukturelle Auslegungsphilosophien, Normen und über den Entwicklungsprozess. Sie können die erworbenen Kenntnisse bei der Konzeptgestaltung kommerzieller Transportflugzeuge anwenden. Sie sind in der Lage, Methoden zur Dimensionierung der Flugzeugkomponenten und der Entwurfsanalyse sowie zur Analyse von Wechselwirkungen der einzelnen Disziplinen mittels Sensitivitätsanalysen, Parameterstudien und Optimierung einzusetzen. Die Studierenden haben praktische Erfahrungen in der Projektarbeit, der Selbstorganisation und der Aufgabendurchführung im Team gesammelt.

Luftfahrzeugsysteme (Aircraft Systems) (14,0 ECTS) Die Studierenden kennen die Funktionen der wesentlichen Luftfahrzeugsysteme. Sie kennen die luftrechtlichen Anforderungen an die Systemauslegung sowie die Methoden und Prozesse zur Systementwicklung. Die Studierenden sind mit den wichtigsten Methoden des Systems Engineering im Allgemeinen und dem Model Based Systems Engineering (MBSE) im Speziellen vertraut. Sie haben praktische Erfahrung in der Erfassung und der Verarbeitung von Flugmessdaten zur Identifizierung von Komponenten und Luftfahrzeugeigenschaften anhand von Versuchen gesammelt.

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 be-

wegte 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.

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

Produktentwicklungsmethodik und Ecodesign (14,0 ECTS) Die Studierenden kennen effiziente Methoden innovativen Denkens, des Planens und Konstruierens unter Beachtung wichtiger Kriterien und Rahmenbedingungen hinsichtlich Technik, Ökonomie und Ökologie und im Sinne ganzheitlicher Optimierung. Sie können ECODESIGN Methoden selbständig anwenden.

Rehabilitationstechnik (Rehabilitation Engineering) (14,0 ECTS) Die Studierenden besitzen Verständnis für die Probleme und Einschränkungen von Prothesenbenutzern, 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) Die Studierenden sind in der Lage, für den Schienenfahrzeugbau spezifischer Praxisanforderungen zu erfassen und in entsprechende Lösungen in der Konstruktion umzusetzen. Sie kennen die Grundlagen des Schienenfahrzeugbaus, d.h. den heutigen Stand und die Weiterentwicklungsrichtungen der Schienenfahrzeugtechnik.

Student Aerospace I & II (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 Gebiete 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 parametererregter 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 durchzuführen bis hin zu Prototypentwicklungen.

Technische Logistik (14,0 ECTS) Die Studierenden besitzen Grundlagenwissen über Transport- und Fördermittel unter Beachtung von Aspekten der Wirtschaftlichkeit anhand von beispielhaft ausgewählten Fördermitteln. Sie haben die Befähigung zur eigenständigen Durchführung von Konstruktionsaufgaben aus dem Bereich der Fördertechnik erlangt.

Werkstoffanwendung (14,0 ECTS) Das Modul vermittelt eine Übersicht über die klassischen und modernen Fügeverfahren, mit Fokus auf den stoffschlüssigen Verfahren und einer Vertiefung der Schweißverfahren. Die Studierenden lernen die erforderlichen Ausrüstungen, Anwendungsmöglichkeiten und Risiken der einzelnen Verfahren, mikrostrukturellen Vorgänge und Mechanismen beim Schweißen und deren Auswirkung auf Konstruktion und Auslegung kennen. Sie können auf systematische Weise untersuchen, wie es zu einem Bauteilschaden gekommen ist, verstehen die Mechanismen von Korrosionsvorgängen und sammeln Erfahrungen mit Methoden der Oberflächenmodifizierung bzw. verschiedenen Modellierungsmethoden der modernen Werkstoffwissenschaft.

Werkstoffeinsatz I & II (14,0 ECTS) Die Studierenden kennen die Vorgangsweise zur Auswahl von Konstruktionswerkstoffen gemäß Anforderungsprofil. Darüber hinaus erwerben die Studierenden Praxis im anwendungsorientierten Einsatz des Gelernten auf Fragestellungen des Werkstoffeinsatzes. Zusätzlich haben sie Kenntnisse über Möglichkeiten des ressourcenschonenden Einsatzes von Werkstoffen und Werkstoffkreisläufen.

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 vermittelt Kenntnis der grundlegenden generativen Fertigungsverfahren, Abformtechniken und Designprinzipien.

§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 Universitätsgesetzes beurteilt. Die Arten der Lehrveranstaltungsbeurteilungen sind in der Prüfungsordnung (Abschnitt §7) festgelegt.

Betreffend die Möglichkeiten der Studienkommission, Module um Lehrveranstaltungen für ein Semester zu erweitern, und des Studienrechtlichen Organs, Lehrveranstaltungen individuell für einzelne Studierende Wahlmodulen zuzuordnen, wird auf § 27 des Studienrechtlichen Teils der Satzung der TU Wien verwiesen.

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:

- Bekanntgabe der Standards vor dem Beginn des Semesters, die die technischen Geräte der Studierenden erfüllen müssen, um an diesen Prüfungen teilnehmen zu 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 abzubrechen und nicht auf die zulässige Zahl der Prüfungsantritte anzurechnen.

Vorgaben zu Lehrveranstaltungen aus der Satzung der TU Wien

(SSB steht für Satzung der TU Wien, Studienrechtliche Bestimmungen)

- Der Umfang der Lehrveranstaltung ist in ECTS-Anrechnungspunkten und in Semesterstunden anzugeben (§ 9 SSB, Module und Lehrveranstaltungen).
- Die Abhaltung von Lehrveranstaltungen als „Blocklehrveranstaltungen“ ist nach Genehmigung durch Studiendekan_in möglich (§ 9 SSB, Module und Lehrveranstaltungen).
- Die Abhaltung von Lehrveranstaltungen und Prüfungen in einer Fremdsprache ist nach Genehmigung durch Studiendekan_in möglich (§ 11 SSB, Fremdsprachen).
- Lehrveranstaltungsprüfungen dienen dem Nachweis der Lernergebnisse, die durch eine einzelne LVA vermittelt wurden (§ 12 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 (§ 12 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 (§ 15 SSB, Prüfungstermine).
- Prüfungen dürfen auch am Beginn und am Ende lehrveranstaltungsfreier Zeiten abgehalten werden (§ 15 SSB, Prüfungstermine).
- Die Prüfungstermine sind in geeigneter Weise bekannt zu machen (§ 15 SSB, Prüfungstermine).

Beschreibung von Lehrveranstaltungstypen:

- VO:** Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätzen 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 auseinander setzen 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 (Angabe der 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 oder mündlich, oder schriftlich und mündlich;
 - * bei allen anderen Typen: Ausweis der Teilleistungen inklusive Art und Modus bezugnehmend auf die in der Lehrveranstaltung angestrebten Lernergebnisse.
- Termine (Angabe der 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 einem Prüfungssenat 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.

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.

Zusätzlich können zur Erhöhung der Studierbarkeit Gesamtprüfungen zu Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter angeboten werden, wobei diese wie ein Prüfungstermin für eine Vorlesung abgehalten werden müssen und § 15 (6) des *Studienrechtlichen Teils der Satzung der Technischen Universität Wien* hier nicht anwendbar ist.

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 Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das zuständige studienrechtliche Organ. Zur Erleichterung der Mobilität 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 Beurteilungs- und Anwesenheitsmodalitäten von Lehrveranstaltungen der Typen UE, LU, PR, VU, SE und EX sind im Rahmen der Lehrvereinbarungen mit dem studienrechtlichen Organ festzulegen. Für mindestens eine versäumte oder negative Prüfung, Test oder Kolloquium ist zumindest ein Ersatztermin spätestens innerhalb von 2 Monaten im darauffolgenden Semester anzubieten. Der Ersatztermin kann entfallen, wenn dieselbe Lehrveranstaltung im darauffolgenden Semester angeboten wird.

Die Zahl der jeweils verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze in Lehrveranstaltungen mit beschränkten Ressourcen wird von der Lehrveranstaltungsleitung festgelegt und vorab bekannt gegeben. Die Lehrveranstaltungsleitung ist berechtigt, für ihre Lehrveranstaltung Ausnahmen von der Teilnahmebeschränkung zuzulassen.

§9 Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine künstlerisch-wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein 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 aus der kommissionellen Abschlussprüfung im Ausmaß von 3 ECTS-Punkten.

Nach Möglichkeit soll der Prüfungskommission für die kommissionelle Abschlussprüfung der die Betreuer_in der Diplomarbeit angehören. Der Nachweis zur Beherrschung des wissenschaftlichen Umfeldes erfolgt in Bezug auf zwei weitere Fächer, die sich vom Diplomarbeitsfach unterscheiden, aber mit diesem in inhaltlichem Zusammenhang stehen, und vom Studienrechtlichen Organ auf Vorschlag des der Kandidat_in festgelegt werden.

§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 des Plan-Do-Check-Act Modells 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 TU Wien festgelegt: (1) In Hinblick auf die Qualität und auf die 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 2024 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 im §6 unter *Lehrveranstaltungstypen* auf Seite 19 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 und im Mitteilungsblatt veröffentlicht wird. Ziel ist es, einen individuellen fachlichen Schwerpunkt zu setzen oder in den Vertiefungen Gelerntes zu ergänzen.

Fachliche und methodische Kompetenzen: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: 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 einer Liste von aktuell angebotenen Lehrveranstaltungen, die jedes Jahr von der Studienkommission Maschinenwesen und Betriebswissenschaften beschlossen und im Mitteilungsblatt veröffentlicht wird, auszuwählen.

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.

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.

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 ist aus dem Angebot der Projektarbeiten der Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften im Umfang von 5 ECTS-Punkten zu wählen.

Modulgruppe Aufbaumodule

Computational Fluid Dynamics für Strömungsmaschinen

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: Erwerb der Fähigkeit zur problemangepassten Modellierung und Simulation strömungsinduzierter Probleme in realen Turbomaschinen. Erwerb der Fähigkeit rotierende, turbulente und mehrphasige Systeme mit den richtigen Rand- und Schnittstellenbedingungen numerisch zu behandeln. Fähigkeit, simulierte Strömungsphänomene mit fortschrittlichen Nachbearbeitungsmethoden zu interpretieren und die Qualität der Ergebnisse zu analysieren. Berechnung der Wirkungsgrade und der auf die Strömungsmaschine wirkenden Druckkräfte.

Inhalt:

- Grundgleichungen
- Finite-Differenzen, Finite-Volumen, and Finite-Elemente Verfahren
- Mehrphasenströmungen
- Netzgenerierung - strukturierte und unstrukturierte Gitter
- Randbedingungen & Interface-Bedingungen
- Rotationsmodellierung
- Turbulenzmodelle und der Einfluss von Rotation
- Postprocessing und Ergebnisdarstellung
- Qualität und Glaubwürdigkeitsanalyse

Erwartete Vorkenntnisse: Grundlegende Kenntnisse der Strömungsmechanik
Grundlegende Kenntnisse der numerischen Lösungsverfahren

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die Vorlesung zeigt die praktische Anwendung von Simulationen am Beispiel von Strömungsmaschinen. Bei der Erläuterung der einzelnen Arbeitsschritte des Strömungssimulationsprozesses wird besonderes Augenmerk auf die Vermittlung des konzeptionellen Verständnisses der physikalischen Grundlagen und deren Modellierung gelegt. Die Modelle werden anhand von Folien vermittelt und in der Übung angewendet.

Die Vorlesungen werden durch schriftliche und/oder mündliche Prüfungen sowie der Ausarbeitung von Hausaufgaben benotet. Der Leistungsnachweis der Übung erfolgt in Form von Berichten zu den durchgeführten Beispielen.

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 Computational Fluid Dynamics für Strömungsmaschinen
- 2,0/2,0 UE Computational Fluid Dynamics für Strömungsmaschinen

Elektrotechnik und Elektronik 2

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: Ziel ist die Vermittlung von Kenntnissen der unten genannten Themengebiete der Elektrotechnik und Elektronik, 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.

Inhalt:

- Betriebsverhalten von elektrischen Maschinen, Vertiefung
- Elektrische Messtechnik, Vertiefung
- Grundlagen der Digitaltechnik
- Leistungselektronische Bauelemente und Schaltungen, Vertiefung
- Elektrische Antriebstechnik, Vertiefung
- Anwendungen aus der Praxis

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

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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 und praktisches Anwenden an illustrativen Versuchsaufbauten.

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 Vertiefung Elektrotechnik und Elektronik für MB und WIMB

2,0/1,5 VO Elektrische Antriebstechnik für MB und WIMB

1,0/1,0 UE Elektrotechnik und Elektronik für MB und WIMB

Festkörperkontinuumsmechanik

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die in den Inhalten vermittelten Konzepte zu erklären und herzuleiten sowie die Kernaussagen der Konzepte zu erläutern. Des Weiteren können sie die vermittelten Rechenkonzepte auf einfache theoretische Beispiele anwenden und die vermittelten Konzepte auf konkrete Problemstellungen aus den Bereichen Leichtbau, Composite-Strukturen, Finite Elemente Methoden und Biomechanik der Gewebe übertragen.

Inhalt: Das Modul baut auf die, in den Modulen Mechanik 1 bis 3 vermittelten, Inhalte auf und hat das Ziel die Konzepte und Rechenmethoden der Kontinuumsmechanik fester Körper unter Berücksichtigung großer Verformungen zu vermitteln:

- Grundlagen der Tensoralgebra und Tensoranalysis
- Lagrange'sche Beschreibung von Festkörpern
- Verzerrungs- und Spannungsmaße im Rahmen von großen Verformungen
- Erstellung der globalen und lokalen Gleichgewichtsbedingungen
- Beschreibung der Energie- und Leistungsdichte
- Formulierung des 1. und 2. Hauptsatzes der Thermodynamik für Kontinua
- Einführung in die Theorie der Materialgesetze: Axiome der Materialtheorie, nicht-lineare Elastizität und Plastizität
- Die vermittelten Inhalte sind wesentliche Grundlagen für Vertiefungen in den Bereichen Leichtbau, Composite-Strukturen, Finite Elemente Methoden und Biomechanik der Gewebe

Erwartete Vorkenntnisse:

- Gute Kenntnisse der Punkt- und Starrkörpermechanik

- Vorkenntnisse der Mechanik fester Körper bei kleinen Deformationen

Verpflichtende Voraussetzungen: Mechanik 1 UE

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die VU vermittelt die theoretischen Grundlagen und wesentlichen Konzepte der Kontinuumsmechanik fester Körper und der benötigten Rechenmethoden in interaktiver Form. Die Studierenden werden durch Quizzes, Gruppenarbeiten und Fragerunden aktiv in die Gestaltung der Lehrveranstaltung eingebunden. Freiwillige Hausübungen erlauben es den Studierenden sich vertiefend mit dem Stoff auseinanderzusetzen. Der Übergang zwischen Vorlesungsteil und Übungsteil ist fließend gestaltet, sodass die Rechenmethoden mit direktem Bezug zu den theoretischen Grundlagen vorgestellt 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:

5,0/4,0 VU Festkörperkontinuumsmechanik

Höhere Festigkeitslehre

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: Kenntnisse der Theorie der unten genannten Themengebiete der Festigkeitslehre, Verständnis der Verformung und Beanspruchung von Tragwerken, Anwendung von Näherungsverfahren zur Abschätzung des Lösungsverlaufs. Fähigkeit, mechanische Modelle von Bewegungsvorgängen und Konstruktionen aufzustellen, deren Verhalten zu beschreiben und auch zahlenmäßig zu berechnen.

Inhalt:

- Torsion des geraden Stabes mit beliebiger Querschnittsform (dünnwandige Querschnitte, Schubmittelpunkt, Wölbkrafttorsion)
- Dünnwandige rotationssymmetrische Flächentragwerke (Platten und Schalen)
- Variationsprinzipien
- Näherungsverfahren (Ritz, Galerkin, Averaging)

Erwartete Vorkenntnisse: Grundkenntnisse der Mechanik, speziell des 3-dimensionalen Kontinuums (Verzerrungstensor, Spannungstensor, Materialgleichungen), Linearisierte Elastizitätstheorie, Bewegungsgleichungen nach Lagrange. Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen. Fähigkeit zur Formulierung und Lösung angewandter Fragestellungen aus den verschiedenen Bereichen der Mechanik.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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. 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:

5,0/4,0 VU Höhere Festigkeitslehre

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

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

3,0/3,0 UE Maschinenelemente Konstruktionsübung

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. Leistungsbeurteilung durch schriftliche und/oder mündliche Prüfung (VO). Anfertigung einer selbständigen Konstruktion mit CAD. Prüfungsimmanente Leistungsbeurteilung (UE)

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:

3,0/3,0 VO Maschinenelemente 3

2,0/2,0 UE Maschinenelemente 3

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 zur Behandlung der Modell-Bewegungsgleichungen. Interpretierfähigkeit gemessener Phänomene in Maschinen durch Vergleich mit numerischen Ergebnissen. Berechnung von Ungleichförmigkeitsgrad und Massenkräften, 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.

Inhalt:

- Grundlagen der Modellbildung in der technischen Dynamik
- Geometrisch-kinematische Eigenschaften ebener Mechanismen
- Bewegungsgleichungen und Zwangskräfte von EFG-Mechanismen (Kreisnockengetriebe, Kurbeltrieb, etc.)
- Ungleichförmigkeitsgrad, Massenkräfte und Massenausgleich von Mechanismen
- Schwingungen linearer Mehrfreiheitsgradsysteme
- 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, Grundlagen der Mehrkörperdynamik, 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

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Audiovisueller 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). 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.

Inhalt:

- Systematische Aufbereitung der Kinematik von Mehrkörpersystemen mit starren und deformierbaren Körpern
- Newton-Euler Gleichungen, Anwendung des d'Alembert'schen und Jourdain'schen Prinzips, Gibbs-Appell Gleichungen
- Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Mechatronik und deren numerische Behandlung (Simulation) unter Zuhilfenahme eines ausgewählten Mehrkörperdynamik-Softwarepakets

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: In der Lehrveranstaltung Grundlagen d. Mehrkörpersystemdynamik UE stehen jedes Studienjahr eine beschränkte Anzahl von Plätzen zur Verfügung. Die Vergabe der Plätze erfolgt nach der bei den Lehrveranstaltungen Mechanik 1 VO und UE und Mechanik 2 VO und UE nach ECTS gewichteten Gesamtdurchschnittsnote. Die Durchschnittsnote wird auf zwei Kommastellen berechnet. Die Plätze werden an jene Studierenden vergeben, die die besten Durchschnittsnote nach der fünfstelligen Notenskala (§73 UG) erreicht haben. Bei gleicher Durchschnittsnote entscheidet das Los über die Vergabe der Plätze.

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

Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse der für Strömungsmechanik und Wärmeübertragungsprobleme relevanten Konvektions-Diffusions-Gleichungen. Sie kennen und verwenden die grundlegenden Werkzeuge zu deren numerischer Lösung.

Inhalt:

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

Erwartete Vorkenntnisse: Vektoranalysis, Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher, Gewöhnliche Differentialgleichungen

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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 Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik

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.

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: Keine.

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

Simulationstechnik

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: Kenntnis der Modelle und Modellbildungsansätze für dynamische/technische Systeme. Aufbauend auf den Grundlagen der num. Mathematik soll ein vertieftes Verständnis der Methoden und Verfahren in der numerischen Simulation vermittelt werden. Die Einführung in kontinuierliche Simulationssprachen und Simulationssoftware soll befähigen, die Simulationstechnik zweckentsprechend einsetzen zu können. Dazu gehört auch das Wissen um die methodische Vorgangsweise (Modellierung, Kodierung, Debugging, Validierung, etc.). Anwendung von textuellen Simulatoren (z.B. MATLAB) und von graphischen Simulatoren (Simulink u. a.) zur Lösung von Problemstellungen aus dem Bereich dynamische/technische Systeme, Vorbereitung auf den Einsatz der Simulationstechnik in speziellen Fachgebieten (Regelungstechnik, Mechatronik, Konstruktionsbereich, Mehrkörperdynamik, Strömungsmechanik, etc.). Einführung in spezielle Simulationsaufgabenstellungen wie Echtzeitsimulation, Hardware-in-the-Loop, Multimethoden, Parallelsimulation, Simulatorkopplung (Co-Simulation). Ausblick und Vorstellung der diskreten Simulation. 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 simulierter Phänomene von dynamischen/technischen Systemen. Basiswissen zu weiterführenden Themen der Simulationstechnik. Kommunikation bei der Bearbeitung von Problemstellungen im Team, Diskussion und Präsentation von Ergebnissen und Lösungsvorschlägen.

Inhalt:

- Modelle und Modellbildungsansätze für dynamische/technische Systeme
- Grundlagen der numerischen Verfahren in der kontinuierlichen Simulation
- Einführung in kontinuierliche Simulationssprachen, Simulationssoftware
- Simulationsmethodik und methodische Vorgangsweise
- Anwendung von MATLAB/Simulink, u. a. zur Lösung von Problemstellungen
- Vorbereitung auf den Einsatz der Simulationstechnik in speziellen Fachgebieten (Regelungstechnik, Mechatronik, Konstruktionsbereich, etc.)

Erwartete Vorkenntnisse: Grundkenntnisse der Modellbildung sowie über das Aufstellen von Systemgleichungen, Grundlagen der Mechanik und Elektrotechnik. Grundkenntnisse in der Informatik, insbesondere in Programmierung. Grundkenntnisse aus der Mathematik: Numerische Verfahren, Lösung von Differentialgleichungen, Reihenentwicklung (Taylor, Fourier), Matrizenrechnung. Fähigkeit zur Abstrahierung bei physikalischen Systemen und zweckorientierter Modellbildung, ausreichende Übung in der Anwendung der Vorkenntnisse aus Mathematik und Mechanik, Teamfähigkeit, Lernen in Gruppen

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Audiovisueller 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: Ausarbeitung einer Problemstellung in Heimarbeit 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:

5,0/4,0 VU Kontinuierliche Simulation

Strömungsmechanik 2

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse:

- Vermittlung erweiterter fachlicher und methodischer Kenntnisse im Fach Strömungsmechanik

- Vermittlung eines tieferen des physikalischen Verständnisses wichtiger Strömungsvorgänge
- Vermittlung von mathematischen Ansätzen zur Lösung wichtiger Klassen von Strömungsproblemen

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: Keine.

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

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/4,0 VU Strömungsmechanik 2

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.

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.

Erwartete Vorkenntnisse: Solide Beherrschung der Grundrechnungsarten, Differential-, Integralrechnung, sowie der Physikalische Größen und SI-Einheiten, stöchiometrische 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: Keine.

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

Virtuelle Produktentwicklung

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: Ziel des Moduls ist die Erlangung von Fähigkeiten in der Anwendung spezieller IT-basierter Methoden im Produktentstehungsprozess. Die Studierenden sind in der Lage, Produktentwicklungstätigkeiten methodisch maßgeblich mitzugestalten und verstehen die Funktionsweise entsprechender IT- Systeme. Sie können methodische Konzepte bewerten und anwenden und geeignete IT Verfahren auswählen. Durch die Anwendung von entsprechenden IT-Werkzeugen erlangen die Studierenden die praktischen Fertigkeiten zur Bedienung von entsprechenden IT-Systemen und die Fähigkeit zur Anpassung der Systeme auf unternehmensspezifische Gegebenheiten. Folgende Fertigkeiten und Kompetenzen werden besonders gefördert:

- Bedienung von Standard-Softwaresystemen im Umfeld der Virtuellen Produktentwicklung
- Querschnittskompetenz, andere Domänen der Produktentwicklung wie Elektrotechnik oder Informatik mit einzubeziehen

Inhalt:

- 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
- Techniken und Werkzeuge der Virtuellen Produktentwicklung (Berechnung, Simulation, DMU, FMU)
- High End Visualisierung, Virtual und Augmented Reality in der Produktentwicklung

Erwartete Vorkenntnisse: Grundlagenwissen in den Bereichen Konstruktionslehre und CAD.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben anhand von Beispielen. Üben und Anwenden des Vorlesungsstoffes durch Übungsbeispiele. Schriftliche und/oder mündliche Überprüfung des Vorlesungsstoffes sowie Bewertung von Hausübungen.

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 Virtuelle Produktentwicklung

2,0/2,0 UE Virtuelle Produktentwicklung

Wärmeübertragung

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: 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).

Inhalt: Thermodynamische Grundlagen (Temperatur, Energiebilanz), Dissipation, Dimensionsanalyse, Wärmeleitung, laminare Schichtenströmungen, turbulente Grenzschicht- und turbulente Rohrströmung, Wärmeübergang an stumpfen Körpern, Freie Konvektion: Kaminströmung und Grenzschicht an der vertikalen Wand, Auftriebsfreistrahlen, Rayleigh-Bénard Konvektion, ein-dimensionale Erstarrungsvorgänge, Kondensation, Nußeltscher Wasserfilm, Strahlung: Strahlungsaustausch zwischen Wänden, Strahlungsgesetze, Grundgleichungen: Massenbilanz, Bewegungsgleichung, Energiebilanz, Randbedingungen.

Erwartete Vorkenntnisse: Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik, kalorische und thermische Zustandsgleichungen, Grundkenntnisse in Strömungsmechanik.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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.

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: Keine.

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 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

Aerodynamik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Nach Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage zu entscheiden, ob ein strömungsmechanisches Problem mit asymptotischen Methoden lösbar ist. Falls dies zutrifft, können sie es mit asymptotischen Methoden lösen. Mit einer Dimensionsanalyse lässt sich die Zahl der unabhängigen Parameter eines Problems auf ein

Minimum reduzieren und es werden alle relevanten dimensionslosen Kennzahlen identifiziert. Die Studierenden können strömungsmechanische Probleme dimensionslos formulieren und dimensionslose Kennzahlen bzw. Störparameter identifizieren, sowie die Lösung nach diesem Störparameter asymptotisch entwickeln.

Die Studierenden besitzen Grundkenntnissen und Methodenwissen der theoretischen Strömungsmechanik reibungsbehafteter Strömungen hoher Reynolds-Zahlen, welche bei aerodynamischen Anwendungen entscheidende Bedeutung haben.

Die Studierenden gewinnen darüber hinaus ein tiefes Verständnis der grundlegenden Prinzipien kompressibler Strömungen und deren technischen Anwendungen.

Inhalt:

- Messen physikalischer Größen, metrische Konventionen
- Bridgemansches Axiom, Grundgrößen und abgeleitete Größen
- Dimensionshomogenität: das Pi-Theorem
- Methoden der Berechnung dimensionsloser Potenzprodukte
- Gewinnung von Ähnlichkeitslösungen von Differentialgleichungen
- Größenordnungen, reguläre Entwicklungen, lokale Entwicklungen, angepasste asymptotische Entwicklungen, Methode der mehrfachen Skalen
- Potentialströmungen, Strömungen um schlanke Profile, Grenzschichtströmungen, rotierende Strömungen (Ekman-Grenzschichten), turbulente Rohrströmung
- schwach gedämpftes Pendel, welliger Wassersprung
- Prandtl's klassische Grenzschicht
- Grenzschichtkenngrößen
- Grenzschichttheorie 2. Ordnung
- Methode der angepassten asymptotischen Entwicklungen
- lokale (Ähnlichkeits-) Lösungen der Grenzschichtgleichungen
- Theorie wechselwirkender Grenzschichten (Triple Deck)
- Gasdynamik: Einführende Konzepte, grundlegenden Definitionen und Gleichungen, Schallgeschwindigkeit, Mach-Zahl,
- Thermodynamik; stationäre isentrope Strömungen, blockierte Strömung, Unterschall- und Überschalldüsenströmungen, reibungsbehaftete Strömungen, Fanno-Linien, Rayleigh-Linien;
- Stoßwellen, Erhaltungsgleichungen, senkrechte und schiefe Stöße.
- Aerodynamik: Umströmungen, aerodynamische Kräfte und Momente, Wandschubspannung, Druckwiderstand und Auftrieb, Strömung um einen Tragflügel; Grenzschichtablösung und Instabilitäten, Überschallströmung über einen Tragflügel.

Alle Themen werden durch Beispiele und Übungen vermittelt.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: An Hand von Beispielen werden die verschiedenen Methoden vorgestellt und in Übungen bzw. Hausübungen vertieft. Die Beurteilung erfolgt bei VU in einem abschließenden

Prüfungsgespräch auf Basis der selbstständig durchgerechneten Hausübungsaufgaben.
VO: Schriftliche und/oder mündliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen.
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 Asymptotische Methoden in der Strömungslehre
- 3,0/2,0 VO Dimensionsanalyse
- 3,0/2,0 VO Grenzschichttheorie
- 5,0/3,0 VU Gas- und Aerodynamik
- 3,0/2,0 SE Seminar Strömungsmechanik

Apparate- und Anlagenbau

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden beherrschen die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen für die Konstruktion, die festigkeitstechnische Auslegung, die Auswahl, den Betrieb und die technische Beurteilung von Druckgeräten, sowie deren Integration in verfahrenstechnische Anlagen. Sie kennen grundlegende Methoden zum Umgang mit Gefahrenquellen und sind mit dem Umgang mit Gesetzen und Regelwerken in diesem Bereich vertraut.

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 Wärmetauscher.

Erwartete Vorkenntnisse: Technisches Zeichnen, Mechanik und Werkstoffe. Grundlagenkenntnisse auf dem Gebiet der Strömungslehre und Thermodynamik.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag mit animierten Folien unter Einbeziehung von Beispielen und Anschauungsmodellen, E-Learning - Tests mit Fragen und Beispielen, Konstruktionsübung, Übungen am Computer mit entsprechender Software. Die Leistungsbeurteilung kann durch schriftliche und/oder mündliche Prüfung, Hausübungen, Tests, Anwesenheit und Mitarbeit erfolgen.

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 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 Simulationssoftware für Regelungstechnik
- Grundlegende Fähigkeit zur selbständigen Erarbeitung von automatisierungstechnischen Lösungen
- Grundlegende Fähigkeit zur wissenschaftlichen Arbeit in der Regelungstechnik

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: Keine.**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

2,0/2,0 VU Zustandsregelung von Mehrgrößensystemen

4,0/2,5 VU Feedback Control

2,0/2,0 LU Regelungstechnik Vertiefungslabor

3,0/2,0 SE Seminar aus Regelungstechnik

Automobil, Energie und Umwelt

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Vision des Moduls lautet „Zero Impact Emission“ – mittel- und längerfristig muss der Schadstoffausstoß 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 emissionsfreier Fahrzeugantriebe. Die Teilnehmerinnen sind in der Lage, technologische Lösungen für neue Fahrzeugantriebssysteme nachvollziehen, analysieren und bewerten zu können. Sie können Berechnungen von grundlegenden Zusammenhängen und Prozessen bei der Energiewandlung in sowie den Emissionen von KFZ- Antriebssystemen durchführen. Dies ist die Vorbereitung sowohl für die wissenschaftliche Karriere als auch die Ingenieurstätigkeit bei Firmen und Konsumenten. Im Vordergrund steht eigenständiges Erarbeiten von technologischen Lösungen für die genannten Ziele, die Überleitung der Technologien in die Ingenieuranwendung sowie die Anwendung und Übung der experimentellen und berechnungstechnischen Methoden anhand aktueller Forschungsprojekte. Durch Einbindung in aktuelle europäische und transatlantische Forschungs- und Entwicklungsprojekte wird eine hohe Innovationskompetenz erworben. Durch gruppenorientiertes Arbeiten und Reflexion des erworbenen Wissens wird Sozialkompetenz vermittelt.

Inhalt:

- Berechnungs- und Validierungsmethoden für die globale und lokale Umweltrelevanz von Fahrzeugen. Bilanzierung und Trendanalysen von Energieträgern und Emissionen.
- Experimental- und Berechnungsmethoden für die Optimierung der Abgasemissionen und Klimarelevanz von Fahrzeugantrieben.
- Umwelteffekt alternativer Antriebstechnologien und Kraftstoffe wie Elektroantrieb, Brennstoffzelle, Wasserstoff, Methan und Biokraftstoffe.
- Internationale gesetzliche Bestimmungen und Regelwerke.

- Grundlagen der Reaktionstechnik und Katalyse in der Abgasnachbehandlung
- Technologie von Abgasnachbehandlungssystemen
- Grundlagen und akustische Zusammenhänge der Schallentstehung sowie der Schallausbreitung bei automobilen Anwendungen
- Mess- und Berechnungsmethoden für die akustische Optimierung des Systems 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: Keine.

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:

Teil 1:

- 3,0/2,0 VO Hybridantriebe
- 2,0/1,5 VO Automotive Exhaust Emissions
- 2,0/2,0 LU Fahrzeugantriebe - Abgas und Energie

Teil 2:

- 2,0/1,5 VO Motor Vehicle Noise Emissions
- 2,0/1,5 VO Katalytische Abgasreinigung an Verbrennungsmotoren
- 3,0/2,0 SE Automobil, Energie und Umwelt

Biomechanik der Gewebe

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Aufbauend auf Grundlagen der Mechanik und der Werkstoffwissenschaften hat das Modul „Biomechanik der Gewebe“ das Ziel, das Verständnis der engen

Beziehungen zwischen hierarchischer Struktur und mechanischer Funktion der Gewebe des Bewegungsapparates, die Anwendung der mathematischer Modellierung ihres Verhaltens und die Relevanz ihrer morphologischen und biomechanischen Eigenschaften in einem klinischen Umfeld zu vermitteln. Erweitert wird dieses Modul mit numerischen Methoden für die Simulation, um das biomechanische Verhalten von Geweben des Bewegungsapparates zu vermitteln. Aspekte in diesem Bereich hinsichtlich Finite Elemente Methoden, Modellbildung, experimentelle Materialcharakterisierung, CAE Werkzeuge, Modellerstellung und Ergebnisinterpretation werden dabei angesprochen.

Inhalt:

- Einführung in die Mechanik der flüssigkeitssaturierten biologischen Gewebe
- Einführung in klinisch und wirtschaftlich relevante Krankheiten der Gewebe des Bewegungsapparates
- Berechnung und Beurteilung eines FE Modells sowie Aufbau und Analyse eines eigenen biomechanischen Modells
- 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

Erwartete Vorkenntnisse:

- Kenntnisse aus Mechanik, insbesondere Statik, Festigkeitslehre
- Kenntnisse aus der Festkörperkontinuumsmechanik
- Gute Beherrschung der englischen Sprache

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vorlesung mit schriftlicher Prüfung. Parallel werden Rechenübungen angeboten, um die verschiedene mathematische 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 auf Grund 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 Studieren 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
5,0/4,0 VU Finite Element Methoden in der Biomechanik

Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Kenntnisse unterschiedlicher Modellierungsansätze zur Beschreibung des (menschlichen) Bewegungsapparates und dabei auftretender Probleme, Vereinfachungen und Einschränkungen kennen, um zur Lösung konkreter Fragestellungen geeignete Modelle und Verfahren auswählen zu können. Anatomische und physiologische Zusammenhänge von Muskulatur und Stützapparat mit Hilfsmitteln und Versorgungssystemen für Rehabilitation, Orthopädie und Sport verstehen und anwenden.

Inhalt:

- Zwei- und dreidimensionale Modelle des menschlichen Bewegungsapparates in unterschiedlichen Detaillierungsgraden
- Modelle zur Bestimmung von Massengeometrie
- Grundlagen der Kraftentwicklung in der Muskulatur und deren Beschreibung
- Belastung und Beanspruchung von Gelenken
- Invers- und Vorwärtsdynamik, deren Einsatzbereiche sowie Vor- und Nachteile
- Konkrete Anwendungen in der Optimierung sportlicher Bewegung
- Belastung des Organismus unter extremer Beanspruchung (Unfälle)

Erwartete Vorkenntnisse:

- Fundierte mathematische Grundkenntnisse
- Grundkenntnisse in Mechanik, speziell Dynamik (Kinematik/Kinetik)
- Anatomische und biomechanische Grundkenntnisse („medizinisches Basisvokabular“)

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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.

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 Modellbildung des Bewegungsapparates
- 3,0/2,0 VO Unfallbiomechanik
- 3,0/2,0 VO Der Motor Muskel
- 2,0/2,0 LU Der Motor Muskel
- 3,0/2,0 SE Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates

Composite-Strukturen

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Nach dem positiven Abschluss dieses Moduls besitzen Studierende methodisches Wissen über die Technologie der Verbundwerkstoffe, Werkstoffverbunde und über Composite Strukturen. 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 Rechenmethoden zur Auslegung von Compositen Strukturen anwenden und deren Versagen beurteilen. Ferner sind die Studierenden befähigt das thermo-mechanische Verhalten von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden auf verschiedenen Längenskalen zu modellieren. Da das gesamte Modul in englischer Sprache abgehalten wird, haben die Studierenden die Fähigkeit mit englischsprachiger Fachliteratur umzugehen und sind mit englischen Fachausdrücken vertraut.

Mit den im Modul „Composite-Strukturen“ erlangten Kenntnissen und Fähigkeiten sind die Studierenden bestens für die Ausführung von Projektarbeiten und Masterarbeiten gerüstet, bei denen Konstruktionen und Berechnungen von Composite-Strukturen durchzuführen sind.

Inhalt:

- Charakterisierung und Klassifizierung faserverstärkter Werkstoffen 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, Randeffekte
- Versagenskriterien
- Mikromechanik von Verbundwerkstoffen und zellulären Materialien
- Anwendung der Methoden auf praktische Probleme
- Sandwich Strukturen

Erwartete Vorkenntnisse:

- Kenntnisse in Mechanik (insbesondere Statik, Grundlagen der Festigkeitslehre, Kontinuumsmechanik)
- Kenntnisse aus Mathematik (insbesondere linearer Algebra)
- Kenntnisse aus „Einführung in die Finite Elemente Methoden“

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: 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. In der VU Composites Engineering wird die Leistungsbeurteilung durch Prüfungsgespräche und die Abgabe der schriftlichen Ausarbeitung der Übungsaufgaben durchgeführt. 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.

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 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 VU Composites Engineering
- 3,0/2,0 VO Sandwich Structures

Energietechnik - Aspekte und Anwendungen

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden haben ausgewählte Felder der Energietechnik und die Anwendungen derselben vertiefend kennen gelernt. Sie sind mit neuesten Forschungs- und Entwicklungsergebnissen in Kontakt gekommen und haben diese kritisch beleuchtet. Sie haben sich eingehender mit Auslegungs- und Berechnungsmethoden in den betrachteten Feldern auseinandergesetzt.

Die Studierenden beherrschen das selbstständige Einarbeiten, Erarbeiten und Aufbereiten technischer Konzepte und Forschungsergebnisse. Sie haben Praktiken zum Konzipieren und Halten von Vorträgen über wissenschaftliche Inhalte erlernt und geübt.

Inhalt:

- Messmethoden und Messgeräte für hydraulische Anlagen, Versuchsstandtechnik (Pumpen, Turbinen)
- Messregeln und Vorschriften bei Abnahmemessungen
- Eigenschaften und Arten von Hydraulikflüssigkeiten; Hydrostatische Antriebe; Steuerung und Ventile; Filter und Filtrationstechnik; Projektierung von Hydraulischen Systemen
- Maschinendiagnose hydraulischer Maschinen und Anlagen, Instandhaltung hydraulischer Maschinen und Anlagen
- Moderne Methoden und Ergebnisse auf dem Gebiet der Entwicklung und dem Betrieb thermischer Turbomaschinen, wie beispielsweise Strömungstechnik, Wärmeübertragung und Mechanik, aber auch Thermodynamik und Werkstoffkunde
- Modellbildung verschiedener Arten thermischer Energieanlagen, Berechnung bzw. Prozesssimulation, Dokumentation und Interpretation der Ergebnisse
- Auslegung von Komponenten Wärmetechnischer Anlagen, Prinzipien, Feuerraumdimensionierung, Auslegung von Heizflächen, Teil- und Vollastrechnung
- Rauchgasreinigung (Entstaubung, Entschwefelung, Verminderung von Stickoxiden, spezielle Probleme), Wirkung klimarelevanter Gase, Rauchgasmessverfahren
- Meteorologische und hygienische Grundlagen
- Heizungsarten, Fernwärmeversorgung, Berechnung, Konzeption und Auslegung von Heizungsanlagen
- Systeme, Anlagen, Anlagenkomponenten, Konstruktion und Betrieb von Lüftungs- und Klimaanlage

Erwartete Vorkenntnisse:

- Grundlagenkenntnisse auf den Gebieten Thermodynamik und Strömungsmechanik
- Grundkenntnisse der Chemie, speziell Verbrennung
- Überblicksmäßige Kenntnisse der Technologiefelder Hydraulische Maschinen und Anlagen, Thermische Turbomaschinen, Wärmetechnische Anlagen; abh. von den gewählten Blöcken

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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. Die Vorlesungen werden durch schriftliche und/oder mündliche Prüfungen benotet. Bei den Vorlesungsübungen und Übung kann die Leistungsbeurteilung durch Ausarbeitung und Präsentation von Beispielen oder Tests erfolgen und beim Seminar durch Inhalt

und Präsentation der Vorträge, sowie bei allen immanenten Lehrveranstaltungen 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: Das Seminar „Ausgewählte Aspekte der Energietechnik“ ist verpflichtend zu absolvieren. 2 der 5 angebotenen Themenschwerpunkte zu je 5,0 ECTS sind zu absolvieren. Die restlichen 2,0 ECTS können aus allen Modulen der Energietechnik („Energietechnik - ...“) des Masterstudiums Maschinenbau gewählt werden.

2,0/2,0 SE Ausgewählte Aspekte der Energietechnik

3,0/2,0 VO Hydraulische Mess- und Versuchstechnik

2,0/2,0 UE Hydraulische Mess- und Versuchstechnik

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

2,0/2,0 VU Numerische Prozesssimulation von thermischen Energieanlagen

2,0/2,0 UE Konstruktion und Berechnung wärmetechnischer Anlagen

3,0/2,0 VU Umweltschutz bei thermischen Energieanlagen

3,0/2,0 VO Lüftungs und Klimatechnik

2,0/2,0 VO Kältetechnik und Wärmepumpen

Energietechnik - Fortschrittliche Energieanlagen

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden erhalten im Modul einen Überblick über die wichtigsten Technologien und die dahinterstehenden naturwissenschaftlichen und technischen, v.a. thermodynamischen Konzepte. In einzelnen Feldern haben sie sich eingehender mit dem Stand der Technik und neuen Entwicklungstendenzen befasst.

Die Studierenden können die Potentiale und Grenzen alternativer Energiewandlungstechnologien fundiert beurteilen und kennen ihre Einsatzmöglichkeiten. Sie können überschlägige Berechnungen der Prozesse oder einzelner Teile davon durchführen.

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 gesamt-

melt. Die Studierenden haben die Möglichkeit ihre Teamfähigkeit in kleinen Gruppen mit Arbeitsteilung zu trainieren.

Inhalt:

- Überblick über fortschrittliche Kraftwerksprozesse zur zukunftsfähigen Nutzung fossiler Brennstoffe (CCS = Carbon Capture and Storage, Polygeneration, etc.)
- Stand der Forschung und Herausforderungen bei der Nutzung der Kernfusion
- Geothermie und geothermische Stromerzeugung, z.B. Kalina-Prozess, ORC = Organic Rankine Cycle, etc.
- Biomasse Verbrennung, - Vergasung und Polygeneration
- Überblick über solare Energieumwandlung
- Technologien für die Produktion und Nutzung von Wasserstoff (inkl. Brennstoffzellen-Anlagen)
- Absorptions-, Adsorptionswärmepumpen - Grundlagen und Berechnungsmethoden z.B. für Kraft-Wärme-Kältekopplung
- Thermodynamische Grundlagen der genannten Verfahren
- Überblick und Potenzial von nicht-thermischen regenerativen Technologien, z.B.: Windenergieanlagen, hydraulische Anlagen, etc.

Erwartete Vorkenntnisse:

- Grundkenntnisse der Thermodynamik, speziell Kreisprozesse
- Grundkenntnisse der Chemie, speziell Verbrennung

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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 Vorlesungsübung 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 Lehrveranstaltungen 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:

4,0/3,0 VO Fortschrittliche Energieanlagen

3,0/2,0 SE Fortschrittliche und alternative Energieanlagen

2,0/1,0 LU Fortschrittliche und alternative Energieanlagen

3,0/2,0 VU Thermodynamik fortschrittlicher und alternativer Verfahren der Energieumwandlung

2,0/2,0 VU Innovative gebäudetechnische Systeme

Energietechnik - Hydraulische Maschinen und Anlagen I & II

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden sollen die Anwendung der Strömungsmechanik und der technischen Mechanik auf die Auslegung und Berechnung der hydraulischen Strömungsmaschinen kennenlernen, mit der Funktionsweise, dem Betriebsverhalten und den Regelproblemen dieser Maschinen vertraut werden, sowie die messtechnische Umsetzung der Basiskennwerte in Laborversuchen üben. Die Fähigkeit zum Erkennen und Lösen von Problemstellungen aus dem Bereich der hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen soll gefördert werden. Darüber hinaus sollen die Studierenden die Basisauslegung von hydraulischen Maschinen, sowie Entwicklungs- und Innovationspotential speziell im Bereich der Revitalisierung von hydraulischen Altanlagen kennenlernen. In den Vertiefungsvorlesungen wird speziell auf instationäre Vorgänge der Gesamtanlage und die Besonderheiten hierzu auf das Betriebsverhalten der Maschinen eingegangen.

Inhalt:

- grundsätzliche Funktionsweise und Bauformen der hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen
- Fluideigenschaften und Spezifika
- Modellgesetze und Kennzahlen
- hydraulische Auslegung der einzelnen Turbinen- und Pumpentypen
- Energieumsatz und Wirkungsgrade
- konstruktive Auslegung von hydraulischen Strömungsmaschinen
- Kavitation, Betriebsverhalten und Regelung von Turbinen und Pumpen
- Einführung und Vertiefung der instationären Vorgänge in hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen
- Revitalisierung und Modernisierung von Altanlagen

Erwartete Vorkenntnisse: Von den Studierenden werden theoretische Kenntnisse auf dem Gebiet der Strömungsmechanik und Maschinenelemente erwartet. Durch das Interesse am Fachgebiet der hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen wird in Teamarbeit die Lösung zu angewandten Fragestellungen aus dem Bereich erarbeitet.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: In den Vorlesungen werden die Grundlagen und Vertiefung in die ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen bei hydraulischen Strömungsmaschinen vermittelt. In Übungseinheiten wird das Erlernte durch Rechenbeispiele angewandt und vertieft. In den Laborversuchen wird die messtechnische Umsetzung der Basiskennwerte durchgeführt.

Die Vorlesungen werden durch schriftliche und/oder mündliche Prüfungen benotet. Bei den Übungen 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 prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen 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:

- 3,0/2,0 VO Hydraulische Maschinen und Anlagen I
- 2,0/2,0 UE Hydraulische Maschinen und Anlagen I
- 2,0/2,0 LU Hydraulische Maschinen und Anlagen I
- 3,0/2,0 VO Hydraulische Maschinen und Anlagen II
- 2,0/2,0 UE Hydraulische Maschinen und Anlagen II
- 2,0/2,0 SE Hydraulische Maschinen und Anlagen II

Energietechnik - Thermische Turbomaschinen I & II

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden sollen die Anwendung der Thermodynamik, der Strömungsmechanik und der technischen Mechanik auf die Auslegung und Berechnung der thermischen Turbomaschinen kennenlernen und mit der Funktionsweise, dem Betriebsverhalten und den Regelproblemen dieser Maschinen vertraut werden. Die Fähigkeit zum Erkennen und Lösen von Problemstellungen aus dem Bereich der thermischen Turbomaschinen soll gefördert werden. Schließlich sollen die Studierenden Entwicklungs- und Innovationspotential im Bereich der thermischen Turbomaschinen hinsichtlich Wirkungsgradsteigerung, Lärm- und Emissionsminderung sowie schonende Ressourcennutzung kennen lernen.

Inhalt:

- Überblick über die grundsätzliche Funktionsweise und die Bauformen der thermischen Turbomaschinen
- thermische Auslegung der Dampfturbinen, Gasturbinen, Strahltriebwerke, Turboverdichter und Turbogebläse
- Eigenschaften, Energieumsatz, Kennzahlen und Wirkungsgrade der Stufe
- ebene und räumliche Strömung in der thermischen Turbomaschine und numerische Berechnungsverfahren
- direkte und inverse Auslegung von Turbomaschinengittern
- auftretende Verluste und Maßnahmen zu deren Reduktion
- Ursachen und Folgen der instationären Wechselwirkung von Stator und Rotor
- Turbulenzmodellierung, speziell für Turbomaschinenanwendungen
- Betriebsverhalten und Regelung von Turbinen und Verdichtern
- Festigkeit, Schwingungen, Konstruktionsfragen

Erwartete Vorkenntnisse: Von den Studierenden werden Grundlagenkenntnisse auf den Gebieten Thermodynamik und Strömungsmechanik erwartet.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Im Rahmen der Vorlesungen werden die Grundlagen und ihre ingenieurwissenschaftliche Anwendung auf thermische Turbomaschinen vorgetragen. Die Übung bzw. Vorlesungsübung dient zur Festigung des Wissens durch die praktische Anwendung an Berechnungsbeispielen, auch unter Einsatz moderner Verfahren zur numerischen Strömungssimulation. Im Rahmen des Seminars sollen die Studierenden ihre theoretischen Kenntnisse vertiefen und sich darin üben, über ein selbst gewähltes Thema einen Vortrag zu halten; die wissenschaftliche Diskussion ist ausdrücklich erwünscht. Schließlich werden im Rahmen der Laborübung experimentelle Untersuchungen, sowohl an Modellkomponenten von thermischen Turbomaschinen als auch an kompletten Maschinen durchgeführt.

Die Vorlesungen werden durch schriftliche und/oder mündliche Prüfungen benotet. Bei der Vorlesungsübung und 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 prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen 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:

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 Strömungsberechnung von Thermischen Turbomaschinen

2,0/2,0 VU Numerische Strömungsberechnung von Thermischen Turbomaschinen

Energietechnik - Wärmetechnische Anlagen I & II

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 Wärmetechnik 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.

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- und Staubbrennstoffe)
- 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
- 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: Keine.

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:

3,0/2,0 VO Wärmetechnische Anlagen 1

2,0/2,0 UE Wärmetechnische Anlagen 1

2,0/2,0 LU Wärmetechnik

2,0/2,0 SE Wärmetechnik

3,0/2,0 VO Wärmetechnische Anlagen 2

2,0/2,0 VO Modellierung und Simulation wärmetechnischer Prozesse

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 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
- Mensch-Maschine Interaktion: Sensibilisierung für wechselseitige Adaptionanforderungen
- Erkennen von Nutzen und gegenseitiger Bedingtheit von Theorie und Fahrversuch
- Umgang mit fachspezifischer, wissenschaftlicher Literatur; state-of-the-art

Inhalt:

Allgemein:

- Fahr(zeug)dynamische Grundlagen von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen
- Modellierung des Fahrerhaltens und Interaktion Fahrer-Fahrzeug
- Aktive Fahrsicherheit und Fahrdynamikregelsysteme, Fahrerassistenzsysteme

Speziell:

- Fahrzeugmodelle und Herleitung der zugehörigen Systemgleichungen
- Grundlagen zum Verständnis des Fahrerhaltens, 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, Motorrad und Fahrrad, 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: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag, Anleitung und Hilfestellung beim Umsetzen theoretischer Grundlagen, auch an Hand von Anwendungsbeispielen (aus Simulation und Fahrversuch) sowie durch eigenständiges Bearbeiten fahrdynamischer Fragestellungen. Schriftliche und/oder mündliche Prüfung zu den theoretischen Grundlagen oder Präsentation und Dokumentation der eigenständigen Ausarbeitung von fahrdynamischen Problemstellungen. Literaturstudium.

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:

- 4,0/2,0 VO Grundlagen der Fahrzeugdynamik
- 4,0/3,0 VO Spezielle Probleme der Fahrzeugdynamik
- 3,0/2,0 VO Stabilitätsprobleme bewegter Systeme
- 3,0/2,0 SE Fahrzeugdynamik Seminar

Fertigungsautomatisierung

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden besitzen nach dem Abschluss des Vertiefungsmoduls das Verständnis zu Aufbau, Funktionsweise und Programmiermethoden für Automatisierungs- 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.

Inhalt:

- Struktur und Aufgaben von Steuerungslösungen

- Struktur und Funktionen einer CNC-Steuerung
- Prinzip der Lage-, Drehzahl- und Stromregelung
- Möglichkeiten der Messwerterfassung für Lage- und Drehzahlwert
- Adaptive Control
- automatisiertes Werkstück- und Werkzeughandling
- Programmierung von Werkzeugmaschinen
- Aufbau und Funktionalität von speicherprogrammierbaren Steuerungen
- Programmierung (KOP, FUP, AWL)
- Binäre und digitale Operationen
- Möglichkeiten der Kommunikation (Zellebene, Feldebene)
- Einsatz und Integration von Robotern in Fertigungssystemen oder
- IT-gestützte Planung und Steuerung von Fertigungsprozessen

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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 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:

- 3,0/2,0 VO Automatisierungs- und Steuerungstechnik
- 3,0/2,0 VO SPS: Programmierung und Kommunikation
- 2,0/2,0 LU Programmierung von Werkzeugmaschinen
- 3,0/2,0 SE Fertigungssysteme

- 3,0/2,0 VO Robotik in der Fertigung
- oder
- 3,0/2,0 VO Einsatz von PPS- und Leitsystemen

Fertigungsmesstechnik

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 Produktionsmesstechnik 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.

Inhalt:

- Anforderungen und Prüfungen zur Geometrischen Produktspezifikation (GPS) und -Verifikation
- Werkstückspezifikation
- Produktionsmesstechnik
- Grundlagen des Qualitätsmanagements
- Geometrische Überprüfung von Werkzeugmaschinen
- Längenmessprobleme in der NC-Fertigung
- Anwendung der Laserinterferometrie
- Ermittlung der Positioniergenauigkeit
- Einfluss der Umgebungsbedingungen
- Überprüfung von Parallelität und Rechtwinkeligkeit
- Anwendung von Prüfkörpern
- Maschinen- und Prozessfähigkeit

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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 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 Produktionsmesstechnik

2,0/2,0 LU Produktionsmesstechnik

3,0/2,0 SE Produktionsmesstechnik

2,0/2,0 LU Koordinatenmessmaschinen

2,0/1,5 VO Überprüfung von Fertigungseinrichtungen

2,0/2,0 LU Überprüfung von Fertigungseinrichtungen

Fertigungssysteme I & II

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Vermehrt kommen heute hoch produktive, komplexe automatisierte Fertigungseinrichtungen zum Einsatz. Diese Anlagen müssen konzipiert, geplant und in Betrieb genommen werden. Werkzeugmaschinen sind die Grundbausteine dieser Systeme. Die Studierenden beherrschen die Berechnungsmodelle für unterschiedliche Bearbeitungsverfahren als Voraussetzung für die Auslegung von Produktionsprozessen, die Konstruktion von Werkzeugmaschinen, Werkzeugen und Vorrichtungen. Sie kennen die für die unterschiedlichen Verfahren zum Einsatz kommenden Maschinenkonzepte sowie die gegenseitigen Wechselwirkungen zwischen Maschine und Prozess. Sie sind mit den Grundlagen der anwendungsspezifischen Gestaltung, Auslegung und Berechnung von

Maschinenkomponenten oder Industrierobotern vertraut und kennen überdies die Zusammenhänge zwischen Maschine, Mensch, Material und Informationstechnologie unter Beachtung von Aspekten wie Arbeitsgenauigkeit, Fertigungszeiten, Flexibilität, Fertigungskosten und Organisation. Die Studierenden erwerben durch Üben in Teamarbeit gewonnene Fertigkeiten bei der Auslegung von Fertigungssystemen anhand vorgegebener Produkte (Festlegung Technologie, Bestimmung Kapazitätsbedarf, Auswahl Maschinen, Vergleich Alternativen, etc.) und der Bestimmung wesentlicher Prozessparameter.

Inhalt:

- Geometrie und Kinematik der Zerspaltung, Spanbildung bei konventioneller spanender Bearbeitung und bei wesentlich erhöhter Schnittgeschwindigkeit
- Spezifische Schnittkraft und deren Ermittlung
- Eigenschaften und Einsatz von Schneidstoffen, Beschichtungen
- Werkzeugverschleiß
- Kühlschmierstoffe, Trockenbearbeitung, Mindermengenschmierung
- Hochgeschwindigkeitszerspannung und Mikrozerspannung
- Kenngrößen der Umformtechnik (Umformgrad, Umformgeschwindigkeit, Temperatur, Fließspannung, Zugfestigkeit, Bruchdehnung)
- Rechnerische Beschreibung (Spannungsverteilung, Fließbedingung, Umformarbeit, Wirkungsgrad)
- Ausgewählte Verfahren der Umformtechnik inkl. Verfahrensoptionen und Berechnungsbeispielen
- System Maschine (Arbeitsraum, Komponenten und Baugruppen, Werkzeug- und Werkstückhandling)
- Anforderungen an Werkzeugmaschinen (Arbeitsgenauigkeit, Mengenleistung, Flexibilität, Integrationsfähigkeit, Fertigungskosten)
- Gestaltung und Berechnung von Bauteilen von Werkzeugmaschinen, wie Betten, Schlitten, Gestelle, Spindeln und Antrieben
- Konstruktion und Funktion unterschiedlicher Komponenten sowie Maschinenstrukturen
- Optimierung von Werkzeugmaschinenkomponenten
- Analyse der Maschinencharakteristik und Simulation
- Konzepte und Ausführungsformen von Werkzeugmaschinen sowie aktuelle Entwicklung im WZM-Bau (Komplettbearbeitung, HSC)
- Mehrmaschinensysteme wie Transferstraßen, flexible Fertigungszellen und -systeme
- Abnahme von Werkzeugmaschinen (Nachweis der geometrischen Genauigkeiten, Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit)
- Automatisierung, NC-Technik - Überwachung der Maschinen, Produktionsprozesse sowie Werkstücke
- Manufacturing Execution Systems (Feinplanung, Auftragssteuerung, Auftragsdatenerfassung, ISA-95)

Erwartete Vorkenntnisse:

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

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag. Schriftliche und/oder mündliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Einüben des Gelernten durch selbstständige Auslegung eines Fertigungssystems und Ermittlung von Prozessparametern im Labor.

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 und Umformtechnik

3,0/2,0 VO Industrielle Fertigungssysteme

1,0/1,0 UE Industrielle Fertigungssysteme

3,0/2,0 SE Fertigungstechnik

1,0/1,0 LU Zerspanungstechnisches Labor

3,0/2,0 VO Auslegung von Werkzeugmaschinen

oder

3,0/2,0 VO Roboter: Berechnung und Simulation

Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis I & II

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 sie 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 verfügen sie über die Kompetenz, Finite-Elemente-Routinen zur Erweiterung bestehender Programme in einer entsprechenden Programmiersprache zu entwickeln, zu testen und die Implementierung zu dokumentieren. Ferner sind sie in der Lage, sich mit nichtlinearen Problemstellungen auseinanderzusetzen.

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, gekoppelte Feldprobleme, sowie Produktionstechnik im Vordergrund. Für die Behandlung von Problemstellungen aus dem Bereich der gekoppelten Feldprobleme werden außerdem die notwendigen theoretischen Grundlagen zu einfachen Kopplungen wie

- Wärmeleitung-Mechanik
- Piezoelektrik
- Mechanik-Akustik

vermittelt. 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 nichtlinearen Finite Elemente Methode wie z.B.

- geometrische Nichtlinearitäten
- materielle Nichtlinearitäten
- Kontakt
- Lösungsverfahren für nichtlineare Finite Elemente Probleme
- Stabilität und Kollapsverhalten von Strukturen

bzw. im Bereich der Isogeometric Analysis wie z.B.

- Geometriedarstellung
- nichtpolynomiale Interpolationsfunktion
- Lösungsverfahren für isogeometrische Finite Elemente
- isogeometrische Analysen auf realen CAD Geometrien

vermittelt. Im Bereich der algorithmischen Umsetzung von einzelnen Finite Elemente Routinen werden folgende Punkte behandelt:

- Aufbau eines Finite Elemente Programms
- Element-Routinen
- Materialroutinen

- Numerische Integration / Zeitintegration
- Lösungsverfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme
- Pre- und Post-Processing
- sowie aktuelle Themen aus den Forschungsbereichen

Das Modul bildet die Grundlage für die Durchführung von Projekt- und Diplomarbeiten sowie Dissertationen in den Bereichen Strukturmechanik, Festkörperkontinuumsmechanik, Mehrfeldtheorie, Produktionstechnik, sowie Composite Strukturen, welche die Anwendung der Finite Elemente Methode erfordern bzw. die Erweiterung von Finite Elemente Programmen durch neue Routinen zum Ziel haben.

Erwartete Vorkenntnisse:

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

Verpflichtende Voraussetzungen: Teil II: *Mechanik 1 UE, Einführung in die Finite Elemente Methoden VO*

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* für MB 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.

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

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

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:

4,0/3,0 VU Implementation of a Finite Element Program

5,0/4,0 VU Advanced Finite Element Methods

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.

Fördertechnik I & II

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Vermittlung der Auswahlkriterien für Fördermittel und der konstruktiven Grundlagen deren Bauelemente. Vermittlung der physikalischen Wirkprinzipien wichtiger Stetigförderer. Es soll die Fähigkeit erworben werden Stetigförderer funktionsgerecht und leistungsgerecht zu dimensionieren. Erwerb von wesentlichen Kenntnissen für den Entwurf von Tragkonstruktionen in der Fördertechnik und angrenzender Bereiche. Praktische Übungen in angewandter Messtechnik und Intensivierung der Kenntnisse des Betriebsverhaltens von fördertechnischen Bauteilen. Vermittlung wesentlicher Kenntnisse der Partikelmechanik. Messtechnische Bestimmung wichtiger Schüttgutparameter und Grundlagen der numerischen Schüttgutsimulation. Vermittlung grundlegender Kenntnisse auf dem Gebiet des Seilbahnbaues mit besonderer Berücksichtigung der Personenseilbahnen. Befassung mit speziellen Problemen der Fördertechnik.

Inhalt:

- Auswahl von Fördermittel
- Wirkprinzipien Stetigförderer
- Berechnungsgrundlagen Stetigförderer
- Tragkonstruktionen
- Durchführung von statischen und dynamischen Messungen an Bauteilen der Fördertechnik
- Krane
- Analytische Schüttgutmechanik
- Schüttgutmesstechnik
- Numerische Schüttgutsimulation
- Lasten- und Personenaufzüge
- Hängebahnen
- Flurförderzeuge, FTS
- Regal und Regalbediengeräte
- Seilbahnsysteme insbesondere für Personentransport

Erwartete Vorkenntnisse: Grundlagen der Mechanik und Festigkeitslehre

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag über die theoretischen Grundlagen der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an (ingenieurwissenschaftlichen) Beispielen. Durchführung von Messungen an fördertechnischen bzw. schüttgutmechanischen Aufgabenstellungen durch die Studierenden unter Aufsicht.

Schriftliche und/oder mündliche Prüfung. Bei der Prüfung ist ein typisches numerisches Beispiel zu lösen. Erstellung von Messberichten und Präsentation der Ergebnisse. Bewertung des Seminar-Vortrages.

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:

2,0/1,5 VO Stetigförderer

3,0/2,0 VO Tragwerkslehre

2,0/2,0 LU Fördertechnik Laborübungen

3,0/2,0 VU Schüttgutsimulation

2,0/1,5 VO Seilbahnbau

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

Formula Student I & II

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.

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: Mitgliedschaft beim Verein „TUW Racing – Renn- team der TU Wien“ für zumindest ein Studienjahr und Teilnahme an mindestens zwei Formula Student Events im Sommer.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die Leistungsbeurteilung der PA Formula Student und des SE Konstruktionswettbewerb erfolgt durch die Teamleitung von “TUW Racing – Rennteam der TU Wien” 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:

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

2,0/2,0 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 Reifentechnik
 3,0/3,0 VO Grundlagen der Entwurfsaerodynamik
 1,5/1,0 VO Rennmotoren und Rennfahrzeuge
 1,5/1,0 VO Design of Automotive Suspension Systems
 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 Alternative Fahrzeugkonzepte und Komponenten
 2,0/1,5 VO Elektrische Antriebstechnik für MB und WIMB
 2,0/1,5 VO Vertiefung Elektrotechnik und Elektronik für MB und WIMB
 3,0/2,0 VU Grundlagen der Organisation
 3,0/2,0 VU Controlling
 3,0/2,0 VO Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung
 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.

Industrielle Energiesysteme und Digitale Methoden I & II

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Das Modul dient der Vermittlung einerseits zum Wissen über industrielle Energiesysteme und aktuelle Rahmenbedingungen. Andererseits wird im Bereich der Modellierung, Optimierung und Digitalisierung notwendiges Methodenwissen zur Erreichung resilienter Systeme aufgebaut und vertieft.

Inhalt:

- Einführung in die Thematik und die wichtigsten digitalen Methoden zur Analyse und Verbesserung von industriellen Anlagen
- Überblick über thermische Energieanlagen und industrielle 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 Lösens von Optimierungsproblemen
- Automatisierungstechnik, digitale Messdatenerfassung, Prozesssteuerung und Prozessautomatisierung, sowie Prozess- und Datenvalidierung

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: Grundlagen der Thermodynamik, Grundlagen des Programmierens für MB, WIMB und VT, Lineare Algebra (Mathematik 1 & 2 für MB, WIMB und VT)

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Eine Mischung aus verschiedenen Lern- und Lehrformaten wird angewandt.
- Vortrag über die oben genannten Inhalte und vertiefen der Kenntnisse in Übungen.
- Selbstständiges bearbeiten der Beispiele und Abgabe von Protokollen.
- Durchführen von definierten Aufgabenstellungen im Labor.
- Die Leistungsbeurteilung ist an die Schwerpunkte der jeweiligen Lehrveranstaltung angepasst: Mündliche und schriftliche Prüfungen, Leistungsbeurteilung, Protokolle.

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 Einführung in industrielle Energiesysteme und digitale Methoden
- 3,0/2,0 VO Energiesystemmodellierung
- 2,0/2,0 UE Energiesystemmodellierung
- 3,0/2,0 VU Design- und Betriebsoptimierung
- 2,0/2,0 VU Numerische Prozesssimulation
- 2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Wärmetechnik

Kraftfahrzeugantriebe I & II

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Innerhalb des Moduls geht es um nachhaltigen Antrieb von Kraftfahrzeugen. Dazu werden grundlegende Kenntnisse über die verschiedenen Arten von aktuellen und zukünftigen (konventionelle und alternative) Kraftfahrzeugantriebssystemen - beginnend von der Energie bzw. Kraftstoffbereitstellung über die Energiewandlung bis zu Abgasnachbehandlungssystemen vermittelt. Die Teilnehmerinnen sind in der Lage, technologische Lösungen für Fahrzeugantriebssysteme nachvollziehen, analysieren und bewerten zu können. Sie können Berechnungen von grundlegenden Zusammenhängen und Prozessen bei der Energiewandlung in KFZ-Antriebssystemen durchführen. Durch Einbindung in aktuelle internationale Forschungs- und Entwicklungsprojekte wird eine hohe Innovationskompetenz erworben und das Erarbeiten von kreativen Lösungsansätzen gefördert. Durch gruppenorientiertes Arbeiten und Reflexion des erworbenen Wissens wird Sozialkompetenz vermittelt.

Inhalt:

- Grundlagen Energiewandlung
- Grundlagen und Kenngrößen von Verbrennungsmotoren
- Verbrennungstechnische und reaktionskinetische Grundlagen
- Brennverfahren und Arbeitsprozesse
- Triebwerksdynamik und Komponenten
- Grundlagen der Aufladung
- Energieeinsatz, Kraftstoffe
- Emissionen, Lärm, Gesetze
- Grundlagen von alternativen Antriebssystemen inkl. Hybrid- und Elektroantrieben
- Brennstoffzellen, Wasserstoffherstellung und Betankung, Sicherheitskonzepte
- Antriebsstrangmanagement
- Vertiefung der Kenntnisse hinsichtlich der Funktion, der Konstruktion und des Betriebes von Verbrennungskraftmaschinen und deren Auswirkungen auf Mensch, Umwelt und Wirtschaft
- Berechnungs- und Validierungsmethoden für die innermotorisch ablaufenden Prozesse
- Thermodynamische Auslegung von Verbrennungsmotoren
- 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: Keine.

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 zugrundeliegenden 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

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 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

Teil b:

1,5/1,0 SE KFZ-Antriebe
 oder
 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
 oder
 1,5/1,5 VO Thermodynamische Prinzipien Automobiler Antriebssysteme
 oder
 1,5/1,0 VO Motor- und Fahrzeugsteuerungen

Werden Teil I und Teil II des Moduls im Masterstudium absolviert, sind verpflichtend alle Lehrveranstaltungen aus Teil a zu wählen. Aus Teil b und Teil c ist jeweils eine Lehrveranstaltung zu wählen.

Kraftfahrzeugtechnik I & II

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Vision des Moduls ist die optimale Erfüllung der Mobilitäts- und Transportanforderungen auf der Straße. Dazu werden grundlegende 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 das Erarbeiten von kreativen Lösungsansätzen gefördert. Durch gruppenorientiertes Arbeiten und Reflexion des erworbenen Wissens wird Sozialkompetenz vermittelt.

Inhalt:

- Grundlegender Überblick über das Gebiet der Kraftfahrtechnik und des -baus
- Grundlagen Fahrmechanik
- Fahrzeugbaugruppen
- Sicherheit im Kraftfahrzeug
- 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, Motorenkennfelder, Fahrleistung
- Betriebsbesichtigungen

Erwartete Vorkenntnisse:

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

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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 zugrundeliegenden 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:

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

oder

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

Lasergestützte Fertigung

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. Im Modul „Lasergestützte Fertigung“ 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 Hochleistungslaseranlagen für die Materialbearbeitung erprobt werden.

Inhalt:

- Grundlagen Laser, Strahlausbreitung, Wechselwirkungen, Schneiden, Schweißen, Bohren, Abtragen, Sicherheit,...
- Laserquellen, Strahlführung, -formung, Aufbau und Auslegung von Anlagen, Sensorik und Laserprozessregelung,..
- Grundlagen Optik, Kurzpulslasersysteme, Verfahren und Anwendungen der Mikro- und Nanostrukturierung,...

- Ausgewählte Kapitel der Lasersystemtechnik, Vertiefung zur Lasersystemtechnik und Präzisionsbearbeitung
- Praktische Übungen an Hochleistungslaserquellen zur Festigung der Inhalte

Erwartete Vorkenntnisse: Physikalische Grundlagen der Lasertechnik

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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 Laserbearbeitungstechnik
- 3,0/2,0 VO Lasersystemtechnik
- 3,0/2,0 VO Präzisionsbearbeitung
- 3,0/2,0 SE Lasergeräte
- 2,0/2,0 UE Laborübungen Lasertechnik

Leichtbau I & II

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. Die Studierenden können die Konstruktionsprinzipien und analytischen Rechenmethoden des Leichtbaus anwenden 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.

Da Teile des Moduls in englischer Sprache durchgeführt werden, haben die Studierenden die Fähigkeit mit englischsprachiger Fachliteratur umzugehen und sind mit englischen Fachausdrücken vertraut.

Studierende dieses Moduls besitzen vertiefende Kenntnisse und Fähigkeiten des fortgeschrittenen Leichtbaus und können Projektarbeiten und Masterarbeiten, bei denen Leichtbau eine wesentliche Rolle spielt, fachspezifisch gezielt bearbeiten.

Inhalt:

- Anforderungen an und Maßnahmen des Leichtbaus
- Bauweisen und Konstruktionsprinzipien des Leichtbaus
- Leichtbauwerkstoffe bzw. Werkstoffverbunde und deren thermo-mechanisches Verhalten
- 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
- Optimaldimensionierung

Erwartete Vorkenntnisse:

- Kenntnisse aus Mechanik (insb. Statik, Grundlagen der Festigkeitslehre)
- Kenntnisse aus Konstruktionslehre (Bauteilgestaltung)
- Grundkenntnisse aus Finite Elemente Methoden (für Teil 2)

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Alle Vorlesungen sind interaktiv gestaltet. Zum besseren Verständnis des Stoffes werden einfache Experimente und Rechenbeispiele vorgeführt. Theoretische Darlegungen werden von Anwendungen aus der Praxis (insb. Fahrzeugbau, Flugzeugbau, Energietechnik ...) begleitet. In den Übungsteilen der Lehrveranstaltungen aller VU wird die Anwendung der Leichtbaumethoden an Hand von konkreten Beispielen vertieft und die Studierenden durch geeignete Mittel z.B. Hausübungen zum Mitlernen motiviert. In den Laborübungen sollen die Studierenden Leichtbau-Strukturen mit den Methoden des Leichtbaus auslegen, fertigen und bis zum vollständigen Versagen testen. Die Vorlesungen Advanced Material Models for Structural Analysis, Sandwich Structures sowie das Light Weight Structures Seminar werden in englischer Sprache durchgeführt.

Die Leistungsbeurteilung in den VU erfolgt durch Kolloquien im Übungsteil und im Falle der positiven Beurteilung der Kolloquien wird mit dem Erfolg einer theoretischen Prüfung über den Vorlesungsstoff eine Gesamtnote zur Lehrveranstaltung festgelegt. In den weiteren Vorlesungen des Moduls erfolgt die Beurteilung der Leistung durch eine schriftliche und/oder mündliche Prüfung. Die LU werden auf Basis der Durchführung und Dokumentation des Leichtbau-Design-Projektes beurteilt. Im SE Light Weight Structures zählt neben der Vortragspräsentation und der Mitarbeit auch der Seminarbericht zur Notenfindung.

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: Werden Teil I und Teil II des Moduls im Masterstudium absolviert, ist verpflichtend entweder die VU Analytische Methoden des Leichtbaus oder die VU Numerische Methoden des Leichtbaus zu wählen. Die restlichen Lehrveranstaltungen sind so zu wählen, dass für das gesamte Modul ein Ausmaß von mindestens 14 ECTS erreicht wird.

Wurden Analytische Methoden oder Numerische Methoden (VU+LU) bereits im Bachelor absolviert, können die 7 ECTS durch andere Lehrveranstaltungen des Moduls oder aus anderen Modulen gewählt werden. Die restlichen Lehrveranstaltungen sind so zu wählen, dass für das gesamte Modul ein Ausmaß von mindestens 14 ECTS erreicht wird.

Teil 1:

5,0/4,0 VU Analytische Methoden des Leichtbaus
2,0/2,0 LU Analytische Methoden des Leichtbaus
und/oder
5,0/4,0 VU Numerische Methoden des Leichtbaus
2,0/2,0 LU Numerische Methoden des Leichtbaus

Teil 2:

5,0/4,0 VU Stabilitätsprobleme der Elastostatik
2,0/2,0 SE Light Weight Structures
3,0/2,0 VO Advanced Material Models for Structural Analysis
2,0/1,5 VO Optimaldimensionierung
3,0/2,0 VO Sandwich Structures

Luftfahrtgetriebe

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss 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 in das System Drehflügler zu integrieren
- Luftfahrtgetriebe vor dem Hintergrund luftrechtlicher Bestimmungen und Bauvorschriften der Zulassungsbehörden experimentell zu entwickeln, zu erproben und Nachweisversuche zu fahren

- Anhand von Normen und Berechnungsvorschriften selbstständig ausgewählte Maschinenelemente auszulegen, zu berechnen und in Konstruktionen umzusetzen
- Eigenständig Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben fachgerecht zu lösen
- Die Vor- und Nachteile von Maschinenelementen und deren Einsatzgebieten im konstruktiven Umfeld zu erkennen und anzuwenden

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 Studieren 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 VO Rotorcraft Design, -Aeromechanik und -konfigurationen und ihre Auswirkungen auf das Getriebedesign

Luftfahrzeugentwurf (Aircraft Design)

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse:

Nach positiver Absolvierung des Moduls kennen die Studierenden die Funktionen einzelner Flugzeugkomponenten, besitzen grundlegende Kenntnisse über strukturelle Auslegungs-philosophien, Normen und über den Entwicklungsprozess. Sie können die erworbenen Kenntnisse bei der Konzeptgestaltung kommerzieller Transportflugzeuge anwenden. Sie sind in der Lage, Methoden zur Dimensionierung der Flugzeugkomponenten und der Entwurfsanalyse sowie zur Analyse von Wechselwirkungen der einzelnen Disziplinen mittels Sensitivitätsanalysen, Parameterstudien und Optimierung einzusetzen. Die Studierenden haben praktische Erfahrungen in der Projektarbeit, der Selbstorganisation und der Aufgaben-durchführung im Team gesammelt.

Inhalt:

- Meilensteine des Flugzeugbaus, Stand der Technik und Entwicklungstrends; Verkehrsträgervergleiche
- Rahmenbedingungen: Musterzulassung, Lärmemissionen, Schadstoffemissionen
- Konfigurative Auslegung des Flugzeugs und Gestaltung des Nutzlastraums
- Hauptentwurfsparameter (Flächenbelastung, Schub-/Gewichtsverhältnis) und deren Einfluss auf die Flugzeugeigenschaften
- Skalierungseffekte (Square-Cube Law, Economy of Scale, Flugzeugfamilienkonzepte)
- Konfigurationsaerodynamik
- Luftfahrtantriebe und deren Integration in die Flugzeugzelle
- Dimensionierung der Flugzeugkomponenten (Flügel, Nutzlastraum, Antrieb, Leitwerke, Hochauftriebshilfen, Fahrwerk)
- Analyse der Entwurfseigenschaften: Massen, Schwerpunktlagen und deren Grenzen, Widerstand, Flugleistungen, Missionsanalyse und Nutzlast-Reichweite Diagramm, direkte Betriebskosten
- Allgemeine Grundlagen: Standardatmosphäre, Einheiten in der Luftfahrt und deren Umrechnung
- Methoden: Parametrische Modelle, Regressionsverfahren, Entwurfssynthese, Sensitivitätsanalyse, Parameterstudien, Optimierung

Erwartete Vorkenntnisse: Grundlegende Kenntnisse in der Strömungsmechanik und der Konstruktionslehre. Von Vorteil sind weiterhin CAD-Kenntnisse.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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). Bearbeitung eines Entwurfsprojekts in Kleingruppen. Vorstellung der Berechnungsmethoden in den Übungsteilen. Beurteilung des Entwurfsprojekts anhand der schriftlichen Ausarbeitung und der Präsentation der Projektergebnisse. Im Rahmen des Seminars 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.

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)

4,0/3,0 SE Seminar Luftfahrzeugentwurf (Seminar on Aircraft Design)

Luftfahrzeugsysteme (Aircraft Systems)

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Nach positiver Absolvierung des Moduls kennen die Studierenden die Funktionen der Systeme zur manuellen bzw. automatischen Flugsteuerung und Flugregelung, der Energiesysteme (Elektrik, Hydraulik, Pneumatik), des Kraftstoffsystems, der Systeme zur Bedruckung, Be- und Entlüftung sowie zur Klimatisierung des Nutzlastraums (Kabine, Frachtraum), der Systeme gegen Vereisung sowie von Avionik- und Datenbussystemen. Sie kennen die Anforderungen an die Systemauslegung und -entwicklung in Abhängigkeit der Kritikalität der Systemfunktionen in Verbindung mit den luftrechtlichen Vorgaben sowie Ansätze, um die Ausfallwahrscheinlichkeit zu bewerten und durch geeignete Auslegungsmaßnahmen wie beispielsweise Redundanz zu verringern. Die Studierenden sind mit den wichtigsten Methoden des Systems Engineering im Allgemeinen und dem Model Based Systems Engineering (MBSE) im Speziellen vertraut. Sie haben praktische Erfahrung in der Erfassung und der Verarbeitung von Flugmessdaten zur Identifizierung von Komponenten- und Luftfahrzeugeigenschaften anhand von Versuchen gesammelt.

Inhalt:

- Flugsteuerungs- und -regelungssysteme
- Funktionen, Komponenten, Auslegungskriterien und Dimensionierung von elektrischen, hydraulischen und pneumatischen Luftfahrzeugsystemen

- Systeme zur Bedruckung, Be- und Entlüftung sowie zur Klimatisierung des Nutzlastraums
- Überblick über weitere Systeme: Avionik-, Fahrwerks-, Kraftstoff-, Brand- und Rauchmeldesysteme sowie Systeme zur Vermeidung von Eisansatz an Flugzeugstrukturen
- More Electric Aircraft (MEA) Konzept
- Anforderungen an Systeme in Abhängigkeit ihrer Kritikalität sowie Prozesse zur Entwicklung, Nachweisführung und Zulassung: Functional Hazard Analysis (FHA), System Safety Analysis (SSA), Fault Tree Analysis (FTA), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)
- Reduktion der Ausfallwahrscheinlichkeit von Systemfunktionen durch Redundanz
- Richtlinien, Methoden und Prozesse für eine strukturierte Vorgehensweise beim Systems Engineering: Systems Development Process (SAE 4754), Safety Assessment Process Guidelines and Methods (SAE 4761), Software Design (DO-178B), Hardware Design (DO254), Environmental Test (DO-160), V-Modell (Verification and Validation)
- Einführung in die Systembeschreibungssprache SysML und deren Einsatz im Model Based Systems Engineering (MBSE)

Erwartete Vorkenntnisse: Grundlegende Kenntnisse in Mechanik, Strömungsmechanik, Aerodynamik, Thermodynamik und Regelungstechnik. Luftfahrtspezifisches Vorwissen ist von Vorteil.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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. Vorstellung der Berechnungsmethoden in den Übungsteilen. Beurteilung anhand von benoteten Hausübungen, Protokollen sowie mündlicher bzw. schriftlicher Prüfungen.

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 Luftfahrzeugsystemtechnik (Aircraft Systems Technology)
- 4,0/3,0 VU Systemtechnik (Systems Engineering)
- 3,0/2,0 LU Flugzeugtechnisches Labor (Flight Lab)
- 2,0/1,5 SE Flugzeugtechnisches Seminar (Aeronautical Seminar)

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.

Inhalt:

- Labormessungen (FZG-Test, Ausrichten, Schalleistung, 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-Getriebeberechnung
- 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

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:

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

oder

3,0/2,0 VO Getriebe Ausgewählte Kapitel

2,0/2,0 UE Getriebe Ausgewählte Kapitel

Mechanik dünner Strukturen

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Es werden vertiefende Inhalte im Fachbereich der Mechanik dünner Strukturen gelehrt. Schwerpunktthemen sind: klassische strukturmechanische Theorien, geeignete analytische und numerische Lösungsverfahren sowie die messtechnische Auseinandersetzung im physikalischen Experiment. Den Studierenden werden folgende Fähigkeiten vermittelt:

- Die Studierenden können die klassischen strukturmechanischen Theorien zu Linien- und Flächentragwerken hinsichtlich ihrer kinematischen Annahmen und den daraus resultierenden Anwendungsgrenzen klassifizieren und können zudem die Vor- und Nachteile der etablierten Herangehensweisen zur Herleitung solcher Theorien benennen.

- Die Studierenden sind in der Lage, typische Phänomene dünner elastischer Strukturen (Schwingungen, Stabilitätsverlust, große Verformungen) durch Anwendung geeigneter Theorien und mathematischer Methoden analytisch beziehungsweise mittels computergestützter numerischer Simulationen zu untersuchen. Die Studierenden können mechanische Modellbildung, messtechnische Untersuchung und experimentelle Validierung von Simulationsmodellen für konkrete Problemstellungen mit beschränkter Komplexität durchführen. Sie können die Ergebnisse einer experimentellen Validierung kritisch beurteilen (Messfehler, Imperfektionen, unzureichende Modellbildung) und daraus Rückschlüsse auf erforderliche Adaptionen an Modell, Experiment oder Messaufbau ziehen.
- Die Studierenden sind fähig, komplexe, weiterführende Inhalte der Strukturmechanik auf Basis wissenschaftlicher Publikationen zu präsentieren. Sie können wissenschaftliche Arbeiten zum Thema kritisch beurteilen und adäquat auf Fragen reagieren.

Inhalt:

- Grundzüge der Tensoralgebra und Differentialgeometrie sowie Grundlagen der Lagrangeschen 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

Erwartete Vorkenntnisse: Lineare Algebra, numerische Ingenieurmathematik, Differentialrechnung und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher sowie Kenntnisse aus den Modulen Mechanik 3 und Höhere Festigkeitslehre.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Theoretische Grundlagen und numerische Methoden zur computergestützten Simulation strukturmechanischer Systeme werden in den Vorlesungsteilen erarbeitet und in den Übungsteilen anhand einfacher praxisrelevanter Problemstellungen vertieft. In der Laborübung werden Messergebnisse aus physikalischen Experimenten und Simulationsergebnisse miteinander verglichen und einer kritischen Beurteilung unterzogen. Gegenstand des Seminars sind aktuelle wissenschaftliche Arbeiten zur Strukturmechanik, deren Inhalte von den Studierenden aufbereitet und im Rahmen von Seminarvorträgen vorgestellt werden. Die Beurteilung der individuellen Leistung erfolgt für die VUs durch selbständige schriftliche Ausarbeitung von Beispielen mit abschließendem Abgabegespräch, für

die LU durch Anfertigung eines Versuchsprotokolls und Mitarbeit im Labor und für das SE durch den Seminarvortrag.

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 LU Mechanik dünner Strukturen
- 2,0/2,0 SE Mechanik dünner Strukturen

Mechatronische Systeme

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Mechatronik stellt einen immer wichtigeren Bereich im modernen Maschinebau dar. Dabei erschließt die Mechatronik 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. Dabei wird ein Fokus auf den simulationsbasierten Entwurf (Finite-Elemente-Methoden) 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, 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.

Inhalt:

- Finite Elemente Methoden für Mehrfeldprobleme im Bereich der Sensorik und Aktorik sowie der Akustik (elektromagnetisch-mechanische, piezoelektrische-mechanische, mechanisch-akustische Kopplungen, etc.)
- Vertiefung in relevante Gebiete wie:
 - Finite Elemente gekoppelter Feldprobleme
 - Piezoelektrische und elektro-aktive Strukturen
 - Strömungsakustik
 - Identifikation und experimentelle Modellbildung

Erwartete Vorkenntnisse:

- Mathematische Grundkenntnisse (Approximation, Interpolation, Signaltransformationen, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen)

- Kenntnisse aus dem Modul „Mechatronik“ (Modulgruppe Berufsfeldorientierung)
- Kenntnisse aus dem Modul „Einführung in die Finite Elemente Methoden“ (Modulgruppe Grundlagenmodule)

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.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

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

4,0/3,0 LU Labor Mechatronische Systeme

Lehrveranstaltungen im Ausmaß von mindestens 6,0 ECTS aus:

3,0/3,0 SE Seminar Mechatronische Systeme

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

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

3,0/2,0 VU Strömungsakustik

4,0/3,0 VU Elektro-aktive Strukturen

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

Numerische Strömungsmechanik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Die meisten technischen Strömungen sind turbulent. Dieses Modul bietet eine Einführung in die Turbulenz. Es werden Methoden 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.

Inhalt:

- Eigenschaften turbulenter Strömungsvorgänge
- Zufallsprozesse
- Grundgleichungen für turbulente Strömungen
- asymptotische Theorie turbulenter Strömungen
- Turbulenzmodelle
- Numerische Berechnung inkompressibler und kompressibler Strömungen mittels Projektionsmethoden

- Gittergenerierung für komplexe Geometrien
- Numerische Turbulenzmodellierung
- Anwendung von CFD Programmen zur Berechnung turbulenter Strömungen

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag über die theoretischen Grundlagen und Anwendungen der oben genannten Kapitel. Schriftliche und/oder mündliche 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 Numerische Methoden der Strömungsmechanik

3,0/2,0 VO Turbulente Strömungen

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

Produktentwicklungsmethodik und Ecodesign

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Vermittlung von Kenntnissen der Konstruktionswissenschaften in Hinblick auf effiziente Methoden innovativen Denkens, des Planens und Konstruierens unter Beachtung wichtiger Kriterien und Rahmenbedingungen hinsichtlich Technik, Ökonomie und Ökologie und im Sinne ganzheitlicher Optimierung.

Vertiefen der Kenntnisse der methodischen Produktentwicklung. Kennenlernen von Hilfsmitteln zur Bewältigung der in den verschiedenen Phasen einer Produktentwicklung auftretenden Problemstellungen, z.B.: Spezielle Techniken zum Generieren neuer Ideen, Arbeiten mit Funktionen etc. Der spezielle Fokus liegt in der Verknüpfung von innovativen Ideen und den Überlegungen zu Umweltgerechter Produktgestaltung, ECODESIGN. Im Modul wird umfassende Problemlösungskompetenz im Bereich von umweltbezogenen Entscheidungen in der Produktentwicklung vermittelt. Die Studierenden erlernen die Grundzüge der Umweltbewertung, der Produktverbesserung und der Umweltkommunikation. Die Inhalte werden immer an konkreten Fallbeispielen erarbeitet. Die TeilnehmerInnen erwerben die Kompetenz, Produktentwicklung ganzheitlich im Sinne der verschiedenen Lebensphasen eines Produktes zu betrachten. Sie erwerben die Fähigkeit, effektiv mit Softwarewerkzeugen aus den Bereichen Ecodesign und Product Lifecycle Management umzugehen.

Inhalt: Methodisches Vorgehen bei der Produktentwicklung, Leitlinien für die Gestaltung von technischen Systemen, Techniken zur Förderung der Kreativität, Konstruktionswissenschaftliches Modell, TRIZ-Methode, Ideals-Konzept, Wertanalyse, ABC-Analyse, Arbeiten mit Konstruktionskatalogen, Qualitätssicherung in der Konstruktion und Qualitätssicherung bei der Herstellung durch Vorgaben in den Fertigungsunterlagen, Entwicklung von Baureihen und Baukästen.

An Beispielen der Praxis wird gezeigt, wie man Methoden der Produktentwicklung erfolgreich anwenden kann. Es werden umfassende Kenntnisse zu Umweltgerechter Produktgestaltung, ECODESIGN vermittelt. Es wird gezeigt, wie „Umwelt“ in der Produktentwicklung thematisiert werden kann und soll.

Design For X, Produktdatenmanagement, Konfigurations- und Variantenmanagement, Softwarewerkzeuge für die frühen Phasen der Produktentstehung, Wissensmanagement in der Produktentwicklung

Erwartete Vorkenntnisse: Grundlegende Kenntnisse in der Konstruktionslehre und CAD.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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. Mündliche Prüfung. Beurteilung der im Rahmen der Übungen erstellten Entwürfe. Interaktive Präsentation: Die Studierenden bekommen in der Lehrinheit Inhalte vermittelt und müssen diese bis zur nächsten Lehrinheit an ihrem Fallbeispiel anwenden. Die Arbeiten werden grundsätzlich immer in Teams durchgeführt. Die Leistungsbeurteilung erfolgt durch die Beurteilung der Ausarbeitungen während des Semesters sowie des Endprotokolls und der Endpräsentation. Mündliche und/oder schriftliche Prüfung.

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

3,0/2,0 VO Produktentwicklung, Innovation und ECO-Design

3,0/2,0 SE ECO-Design Seminar

2,0/2,0 VO Product Lifecycle Management

1,0/1,0 UE Product Lifecycle Management

Rehabilitationstechnik (Rehabilitation Engineering)

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. Auseinandersetzung mit aktuellen internationalen Forschungsarbeiten, Ausarbeitung und Präsentation eines ausgewählten Themas.

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.

Erwartete Vorkenntnisse:

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

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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.

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

Schienenfahrzeugbau

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Vermittlung der Grundlagen des Schienenfahrzeugbaus. Behandelt werden der heutige Stand und die Weiterentwicklung der Schienenfahrzeugtechnik.

Einblick in die praktische Durchführung von Versuchen an Schienenfahrzeugen bzw. an Schienenfahrzeugkomponenten. Verschaffen eines Überblicks zu Vorbereitung, Aufbau und messtechnischer Durchführung von fachspezifischen Versuchen. Verständnis der Notwendigkeit dieser Messungen für das Gesamtsystem inklusive der Wechselwirkungen im System Fahrzeug – Fahrweg. Vertiefen der Fertigkeit, eine komplexe technische Baueinheit zu konstruieren. Erfassen allgemeiner und für den Schienenfahrzeugbau spezifischer Praxisanforderungen und Umsetzung entsprechender Lösungen in der Konstruktion.

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. Einblick in die eingesetzten Messsysteme und die weitere Verarbeitung der Messdaten.
- Auslegung und Entwurfskonstruktion eines Schienenfahrzeuges bzw. einer Großkomponente davon

Erwartete Vorkenntnisse: Grundlegende Kenntnisse aus Konstruktionslehre und Maschinenelemente

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag über die Grundlagen des Schienenfahrzeugbaus und Lösung ausgewählter Rechenbeispiele. Schriftliche und/oder mündliche Prüfung, Bewertung der durchgeführten Berechnungen bzw. der Präsentation der Seminararbeit. Anwesenheit bei bzw. Teilnahme an fachspezifischen Versuchen an Schienenfahrzeugen. Erstellung eines Berichtes über Aufgaben, Randbedingungen, Ziele sowie Ergebnisse der Messungen. Beurteilung der Entwurfskonstruktion eines Schienenfahrzeuges bzw. einer Großkomponente und der zugehörigen Berechnungen.

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 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

Student Aerospace I & II

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“.

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: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Der Ablauf und die Bewertung der Lehrveranstaltungen erfolgen gemäß den Richtlinien der gewählten Lehrveranstaltungen.

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:

Student Aerospace I:

5,0/4,0 PR Student Aerospace Projektarbeit

Eine der folgenden Lehrveranstaltungen:

- 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

Student Aerospace II:

Insgesamt 7 ECTS aus den folgenden Lehrveranstaltungen, 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
- 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 Analytische Methoden des Leichtbaus
- 2,0/2,0 LU Analytische Methoden des Leichtbaus
- 2,0/2,0 SE Light Weight Structures
- 3,0/2,0 VU Composites Engineering
- 3,0/2,0 VO Numerische Methoden der Strömungsmechanik
- 2,0/2,0 UE Numerische Methoden der Strömungsmechanik
- 5,0/3,0 VU Gas- und Aerodynamik
- 3,0/2,0 SE Seminar Strömungsmechanik
- 3,0/2,0 VO Dynamik und Steuerung von Raumfahrzeugen
- 3,0/2,0 VO Verbundwerkstoffe und Verbunde
- 3,0/2,0 VO Rotorcraft Design und Auswirkungen auf das Getriebedesign
- 4,0/3,0 VU Finite Elemente Methode für gekoppelte Feldprobleme 1

Lehrveranstaltungen die bereits in anderen Modulen für das Studium verwendet wurden, können nicht nochmals gewählt werden. Für die Absolvierung des Moduls ist außerdem die Mitgliedschaft beim Verein TU Wien Space Team für zumindest 1 Studienjahr und die Mitarbeit an einem Projekt des TU Wien Space Teams erforderlich.

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

Inhalt:

- Vertiefung der Modellbildung im Bereich der technischen Dynamik
- Dynamik rotierender Maschinen (Modellierungsverfahren, gyroskopische Effekte, Dämpfung 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).
- Recherche der wissenschaftlichen Literatur zu aktuellen und zukünftigen Technologien wie Nutzbarmachung von Schwingungen ('Energy Harvesting', Grundlagen und neuartige Konzepte, Prinzipstudien, Prototypentwicklung, etc.) und Präsentation der erarbeiteten Inhalte

Erwartete Vorkenntnisse: Grundkenntnisse der mechanischen Prinzipien sowie über das Aufstellen 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: Keine.

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.

3,0/2,0 VO Rotordynamik

2,0/2,0 UE Rotordynamik

3,0/2,0 VO Computergestützte Methoden für Dynamische Systeme

2,0/2,0 UE Computergestützte Methoden für Dynamische Systeme

3,0/2,0 LU Labor Technische Dynamik

3,0/2,0 SE Seminar Technische Dynamik

3,0/2,0 VO Spezielle Probleme der Mehrkörpersystemdynamik

Technische Logistik

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Vermittlung von Grundwissen über Transport- und Fördermittel unter Beachtung von Aspekten der Wirtschaftlichkeit. Anhand von beispielhaft ausgewählten Fördermitteln wird Grundlagenwissen auf dem Gebiet der angewandten Mechanik und der Antriebstechnik vermittelt. Befähigung zur eigenständigen Durchführung von Konstruktionsaufgaben aus dem Bereich der Fördertechnik.

Vermittlung von Grundwissen über den logistischen außer- und innerbetrieblichen Einsatz (Makro- und Mikrologistik - Materialflusstechnik) von Transport- und Fördergeräten und Systemen der Lagertechnik.

Vermittlung der Grundlagen der diskreten Simulation zur Lösung von Problemen der Materialflusstechnik (Planungsmethoden, Daten- und Systemorganisation, Modellierung und statistische Auswertung).

Inhalt:

- Lastaufnahmemittel
- Seil-, und Kettentriebe
- Hub-, Fahrwerke, Wipp- und Drehwerke
- beispielhafte Behandlung von einigen Fördergeräten (Funktionsweise, konstruktive Gestaltung, wirtschaftliche Auslegung)
- hydrodynamische Antriebs Elemente
- elektrische und hydrostatische Antriebe
- Verkehrstechnik: Transportmittel, integrierte Transportketten, Umschlagtechnik,
- Fördertechnik: Fördermittel (Stetig- und Unstetigförderer)
- Materialflusssysteme: Elemente der Materialflusstechnik, deren Abbildung, Unterbrechung des Materialflusses, Verfügbarkeit, etc. Lagertechnik: für Stück- und Schüttgut

- Grundlagen diskreter Simulation und deren praktische Anwendung

Erwartete Vorkenntnisse: Grundlagen der Maschinenelemente und Konstruktionslehre.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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 Konstruieren fördertechnischer Maschinen und Anlagen. Durchführung einer Konstruktionsübung. Einüben des Gelernten anhand selbst erstellter Simulationsmodelle. Mündliche Prüfung bzw. Bewertung der Simulationsmodelle.

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 Förder- und Transporttechnik
- 4,0/4,0 UE Förder- und Transporttechnik Konstruktionsübung
- 3,0/2,0 VO Technische Logistik
- 2,0/2,0 VO Materialflusssimulation
- 2,0/2,0 UE Materialflusssimulation

Werkstoffanwendung

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, die grundlegenden Mechanismen zu analysieren, die das Fügen von Bauteilen ermöglichen. Sie können die Auswirkungen der einzelnen Fügeprozesse auf das Gefüge der Grundwerkstoffe beschreiben und damit auf die zu erwartenden mechanischen Eigenschaften der gefügten Komponenten schließen. Die Studierenden sind in der Lage, die Gefahren mechanischer Eigen-Spannungen, die im Zuge klassischer Schweißprozesse 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 Oberflächenmodifizierung und kennen die wichtigsten Werkstoffe für die Oberflächenbeschichtung (dünne Filme, organische und keramische Schichten), insbesondere bei metallischen Werkstoffen oder haben alternativ dazu die Vorteile und Nachteile von verschiedenen Modellierungsmethoden, die in der modernen Werkstoffwissenschaft angewendet werden. kennengelernt.

Inhalt:

- Übersicht: Grundlagen der Fügetechnik
- Schweißverfahren und -ausrüstungen (mit praktischer Demonstration)
- Werkstoffe und ihr Verhalten beim Schweißvorgang
- Anwendungstechnik und Qualitätssicherung
- Grundlagen und Anwendungen der Oberflächentechnik. Betrachtung von Oberflächen als System, feste Oberflächen, Kontakte zwischen Oberflächen. Grundlagen von Korrosion, Tribologie und Verschleiß. Verfahren zur Oberflächenbehandlung, sowie Oberflächenbeschichtung. Dünnschichttechnologie (PVD und CVD). Eigenschaften von modifizierten Oberflächen. Zerstörungsfreie Prüfung der Beschichtung (NDT).
- Vorteile und Nachteile von verschiedenen 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 Schadensmechanismen und Schadensanalyse von Strukturwerkstoffen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

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 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 Fügetechnik

3,0/3,0 VU Korrosion

3,0/2,0 VU Schadensanalyse

2,0/2,0 VU Computereinsatz in der Werkstofftechnik

3,0/2,0 VO Oberflächentechnik

oder

3,0/2,0 VO Atomistic Materials Modelling

falls die Oberflächentechnik VO im Rahmen des Aufbaumoduls „Oberflächentechnik“ absolviert wurde.

Werkstoffeinsatz I & II

Regelarbeitsaufwand: 14,0 ECTS

Lernergebnisse: Kenntnisse der Vorgangsweise zur Auswahl von Konstruktionswerkstoffe gemäß Anforderungsprofil, soweit sie für den anwendungsorientierten Einsatz in den Ingenieurwissenschaften relevant ist. Kenntnisse über computergestützte Methoden zum Lösen von Problemstellungen speziell für ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen der Strukturwerkstoffe und der Werkstoffauswahl. Vermittlung von anwendungsorientiertem Wissen über einzelne Methoden der Werkstoffdiagnostik.

Durch Üben gewonnene Praxis im anwendungsorientierten Einsatz des Gelernten auf Fragestellungen. Befähigung zum eigenständigen Erarbeiten aufbauender computergestützter Hilfsmittel in materialrelevanten Fragestellungen der Ingenieurwissenschaften. An praktischen Beispielen wird die Vorgehensweise bei der bruchmechanischen Werkstoffprüfung von der Auswahl des geeigneten Prüfverfahrens über die Prüfkörperherstellung bis zur Durchführung der Messungen und Auswertung geübt, wobei Einsatzmöglichkeiten und Grenzen in Abhängigkeit vom Prüfziel und dem Werkstoffverhalten veranschaulicht und diskutiert werden.

Inhalt:

- Übertragung der Bauteilfunktionsanforderungen auf Gebrauchseigenschaften und Kennwerte von Konstruktionswerkstoffen
- Erstellen von Anforderungskombinationen – Gebrauchparameter
- Werkstoffauswahl impliziert Auswahl des Formgebungsverfahrens
- Fallbeispiele mit Nutzung des Cambridge Materials and Process Selectors
- Life Cycle Analysis
- Wiederverwertung und ökologische Eigenschaften
- Bruchmechanische Werkstoffprüfverfahren für unterschiedliche Anwendungsfälle
- KIC-Versuch
- Essential Work of Fracture Konzept zur Bewertung dünner Bauteile
- Eindruck-Bruchmechanik
- Rissausbreitung in Klebschichten
- Spezielle Verfahren der quantitativen Bruchflächenanalyse
- Werkstofftechnische und werkstoffwissenschaftliche Prüf- und Untersuchungsmethoden zur Aufklärung von Werkstoffstrukturen, strukturellen Veränderungen, inneren Fehlern
- Schadensdiagnostik
- Grundlagen der Betriebsfestigkeit, Methoden zur Charakterisierung der Betriebsfestigkeit, Steigerung der Betriebsfestigkeit von Bauteilen.

Erwartete Vorkenntnisse: Werkstoffübergreifende Kenntnisse des Aufbaus der Materialien, der werkstoffkundlichen Begriffe und Kenngrößen (Basis Modul).

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: Keine.

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. Die Studierenden erarbeiten gemeinsam mit den Betreuern die für den jeweiligen Anwendungsfall notwendigen Voraussetzungen zur Durchführung der bruchmechanischen Prüfverfahren.

Leistungskontrolle durch schriftliche und/oder mündliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Tests und Protokolle zu den Übungsteilen. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen vor 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:

- 3,0/2,0 VO Werkstoffauswahl
- 3,0/2,0 VO Light Metals
- 2,0/2,0 VU Werkstoffkreislauf
- 2,0/2,0 SE Betriebsfestigkeit
- 2,0/2,0 LU Bruchmechanik
- 2,0/2,0 VU Werkstoffdiagnostik

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. 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 generativen Fertigungsverfahren. Theoretische und praktische Erfahrungen mit Abformtechniken (Silikonabformung, Gießen duroplastischer Harze). Lösen von Designaufgaben. Verstehen der Designprinzipien und mechanischen Optimierungsstrategien ausgewählter Biomaterialien. Übernahme von Designprinzipien aus der Natur. Vermittlung von Kenntnissen über den Einsatz von Werkstoffen in der Medizin.

Inhalt:

- Die derzeit kommerziell generativen Fertigungsverfahren werden kurz vorgestellt. Die Vorund Nachteile der einzelnen Verfahren werden beschrieben. Anhand von

praktischen Fallbeispielen werden Probleme hinsichtlich werkstofflicher und geometrischer Anforderungen diskutiert und Lösungen erarbeitet. Generative 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. Technologie der Kunststoffe: Extrusion, Kalandrieren, Extrusionsblasformen, Spritzgießen, Pressen, Schäumen.

- Grundelemente von Biomaterialien, Mechanische Konzepte in Biomaterialien, Hochleistungsfasern, Weiche Gewebe, Bioklebstoff, Materialdesign 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, Resorbierbare Werkstoffe, Natürliche Polymere, Wundverbände und Nahtmaterialien, Gefäßimplantate, kontrollierte therapeutische Systeme, Dentaltechnik.

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: Keine.

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 generativen 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. Mögliche Seminarthemen werden bei der Vorbesprechung bekanntgegeben. Exkursion (Anwesenheitspflicht). Mitarbeit während der Exkursion.

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
- 2,0/2,0 VU Additive Manufacturing Technologies
- 2,0/2,0 SE Werkstoffverarbeitung
- 3,0/2,0 VO Biomaterials
- 3,0/2,0 VO Biokompatible Werkstoffe
- 1,0/1,0 EX Werkstoffverarbeitung

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 1.10.2024 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 1.7.2024 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 2024 oder früher absolviert wurde.
6. Lehrveranstaltungen, die in früheren Versionen des Studienplans in einzelnen Wahlmodulen enthalten waren, können auch weiterhin für den Abschluss des Studiums verwendet werden.
7. Überschüssige ECTS-Punkte aus den Pflichtmodulen können als Ersatz für zu erbringende Leistungen in Wahlmodulen sowie als Freie Wahlfächer und/oder Transferable Skills verwendet werden. Überschüssige ECTS-Punkte aus den Wahlmodulen können als Ersatz für zu erbringende Leistungen in den Freien Wahlfächern und/oder Transferable Skills verwendet werden.
8. Alte Wahlmodule können nicht mehr angefangen werden. Fehlende ECTS-Punkte in bereits angefangenen alten Wahlmodulen können mit Genehmigung des studienrechtlichen Organs durch Absolvierung von themenverwandten Lehrveranstaltungen aus anderen Wahlmodulen ersetzt werden.
9. Bisher geltende Übergangsbestimmungen bleiben bis auf Widerruf weiterhin in Kraft. In Ergänzung dazu gelten die in Absatz 10 angeführten Bestimmungen.

10. 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.

Die Lehrveranstaltungen auf der linken Seite der nachfolgenden Tabelle bezeichnet die alten Lehrveranstaltungen. Auf der rechten Seite sind die Kombinationen von Lehrveranstaltungen angegeben, für welche die (Kombinationen von) alten Lehrveranstaltungen jeweils verwendet werden können. (Kombinationen von) Lehrveranstaltungen, die unter demselben Punkt in den Äquivalenzlisten angeführt sind, gelten als äquivalent.

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-ElementeMethode 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

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. Der positive Abschluss der in der rechten Spalte angeführten Module bzw. Lehrveranstaltungen bildet jeweils die Eingangsvoraussetzung für das Modul bzw. die Lehrveranstaltung in der linken Spalte der Tabelle.

Modul/Lehrveranstaltung	Eingangsvoraussetzung
Modul Festkörperkontinuumsmechanik	Mechanik 1 UE
Modul Maschinendynamik	Modul Mechanik 2
2,0 UE Grundlagen der Mehrkörpersystemdynamik	Beschränkte Anzahl von Plätzen. Die Vergabe der Plätze erfolgt nach der bei den Lehrveranstaltungen Mechanik 1 und UE sowie Mechanik 2 VO und UE nach ECTS gewichteten Gesamtdurchschnittsnote.
Modul Höhere Maschinenelemente	3,0 VO Maschinenelemente 1 3,0 VO Maschinenelemente 2 3,0 UE Maschinenelemente Konstruktionsübung
Modul Maschinenelemente und Tribologie	3,0 VO Maschinenelemente 1 3,0 VO Maschinenelemente 2 3,0 UE Maschinenelemente Konstruktionsübung
Modul Industrielle Energiesysteme und Digitale Methoden I & II	Modul Mathematik 1 Modul Mathematik 2 Grundlagen der Thermodynamik VU Modul Informationstechnik
3,0 VO Luftfahrtgetriebe	Grundlagenmodul Konstruktion Grundlagenmodul Maschinenelemente Aufbaumodul Höhere Maschinenelemente
Modul Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis I & II Für Teil II	Mechanik 1 UE 3,0 VO Einführung in die Finite Elemente Methoden

D Prüfungsfächer mit den zugeordneten Pflichtmodulen und Lehrveranstaltungen

Prüfungsfach „Vertiefende Grundlagen“ (30,0 ECTS)

Modul „Computational Fluid Dynamics für Strömungsmaschinen“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Computational Fluid Dynamics für Strömungsmaschinen
2,0/2,0 UE Computational Fluid Dynamics für Strömungsmaschinen

Modul „Elektrotechnik und Elektronik 2“ (5,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Vertiefung Elektrotechnik und Elektronik für MB und WIMB
2,0/1,5 VO Elektrische Antriebstechnik für MB und WIMB
1,0/1,0 UE Elektrotechnik und Elektronik für MB und WIMB

Modul „Festkörperkontinuumsmechanik“ (5,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Festkörperkontinuumsmechanik

Modul „Höhere Festigkeitslehre“ (5,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Höhere Festigkeitslehre

Modul „Höhere Maschinenelemente“ (5,0 ECTS)

3,0/3,0 VO Maschinenelemente 3
2,0/2,0 UE Maschinenelemente 3

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 „Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik“ (5,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik

Modul „Oberflächentechnik“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Oberflächentechnik
2,0/2,0 LU Oberflächentechnik

Modul „Simulationstechnik“ (5,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Kontinuierliche Simulation

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 „Virtuelle Produktentwicklung“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Virtuelle Produktentwicklung
2,0/2,0 UE Virtuelle Produktentwicklung

Modul „Wärmeübertragung“ (5,0 ECTS)

5,0/3,0 VU Wärmeübertragung

Modul „Werkstofftechnologie“ (5,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Werkstofftechnik der Stähle
2,0/1,5 VO Ingenierwerkstoffe
1,0/1,0 LU Werkstoffprüfung 2

Prüfungsfach „Vertiefung und Projektarbeit“ (33,0 ECTS)**Modul „Projektarbeit“ (5,0 ECTS)****Modul „Aerodynamik“ (14,0 ECTS)**

3,0/2,0 VU Asymptotische Methoden in der Strömungslehre
3,0/2,0 VO Dimensionsanalyse
3,0/2,0 VO Grenzschichttheorie
5,0/3,0 VU Gas- und Aerodynamik
3,0/2,0 SE Seminar Strömungsmechanik

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 „Automatisierungstechnik“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Digital Control
2,0/2,0 VU Zustandsregelung von Mehrgrößensystemen
4,0/2,5 VU Feedback Control
2,0/2,0 LU Regelungstechnik Vertiefungslabor
3,0/2,0 SE Seminar aus Regelungstechnik

Modul „Automobil, Energie und Umwelt“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Hybridantriebe
2,0/1,5 VO Automotive Exhaust Emissions
2,0/2,0 LU Fahrzeugantriebe - Abgas und Energie

2,0/1,5 VO Motor Vehicle Noise Emissions
2,0/1,5 VO Katalytische Abgasreinigung an Verbrennungsmotoren
3,0/2,0 SE Automobil, Energie und Umwelt

Modul „Biomechanik der Gewebe“ (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
5,0/4,0 VU Finite Element Methoden in der Biomechanik

Modul „Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Modellbildung des Bewegungsapparates
3,0/2,0 VO Unfallbiomechanik
3,0/2,0 VO Der Motor Muskel
2,0/2,0 LU Der Motor Muskel
3,0/2,0 SE Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates

Modul „Composite-Strukturen“ (14,0 ECTS)

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 VU Composites Engineering
3,0/2,0 VO Sandwich Structures

Modul „Energietechnik - Aspekte und Anwendungen“ (14,0 ECTS)

2,0/2,0 SE Ausgewählte Aspekte der Energietechnik
3,0/2,0 VO Hydraulische Mess- und Versuchstechnik
2,0/2,0 UE Hydraulische Mess- und Versuchstechnik
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
2,0/2,0 VU Numerische Prozesssimulation von thermischen Energieanlagen
2,0/2,0 UE Konstruktion und Berechnung wärmetechnischer Anlagen
3,0/2,0 VU Umweltschutz bei thermischen Energieanlagen
3,0/2,0 VO Lüftungs und Klimatechnik
2,0/2,0 VO Kältetechnik und Wärmepumpen

Modul „Energietechnik - Fortschrittliche Energieanlagen“ (14,0 ECTS)

4,0/3,0 VO Fortschrittliche Energieanlagen
3,0/2,0 SE Fortschrittliche und alternative Energieanlagen
2,0/1,0 LU Fortschrittliche und alternative Energieanlagen
3,0/2,0 VU Thermodynamik fortschrittlicher und alternativer Verfahren der Energiewandlung

2,0/2,0 VU Innovative gebäudetechnische Systeme

Modul „Energietechnik - Hydraulische Maschinen und Anlagen I & II“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Hydraulische Maschinen und Anlagen I
2,0/2,0 UE Hydraulische Maschinen und Anlagen I
2,0/2,0 LU Hydraulische Maschinen und Anlagen I
3,0/2,0 VO Hydraulische Maschinen und Anlagen II
2,0/2,0 UE Hydraulische Maschinen und Anlagen II
2,0/2,0 SE Hydraulische Maschinen und Anlagen II

Modul „Energietechnik - Thermische Turbomaschinen I & II“ (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 Strömungsberechnung von Thermischen Turbomaschinen
2,0/2,0 VU Numerische Strömungsberechnung von Thermischen Turbomaschinen

Modul „Energietechnik - Wärmetechnische Anlagen I & II“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Wärmetechnische Anlagen 1
2,0/2,0 UE Wärmetechnische Anlagen 1
2,0/2,0 LU Wärmetechnik
2,0/2,0 SE Wärmetechnik
3,0/2,0 VO Wärmetechnische Anlagen 2
2,0/2,0 VO Modellierung und Simulation wärmetechnischer Prozesse

Modul „Fahrzeugsystemdynamik“ (14,0 ECTS)

4,0/2,0 VO Grundlagen der Fahrzeugdynamik
4,0/3,0 VO Spezielle Probleme der Fahrzeugdynamik
3,0/2,0 VO Stabilitätsprobleme bewegter Systeme
3,0/2,0 SE Fahrzeugdynamik Seminar

Modul „Fertigungsautomatisierung“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Automatisierungs- und Steuerungstechnik
3,0/2,0 VO SPS: Programmierung und Kommunikation
2,0/2,0 LU Programmierung von Werkzeugmaschinen
3,0/2,0 SE Fertigungssysteme
3,0/2,0 VO Robotik in der Fertigung
3,0/2,0 VO Einsatz von PPS- und Leitsystemen

Modul „Fertigungsmesstechnik“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Produktionsmesstechnik
2,0/2,0 LU Produktionsmesstechnik
3,0/2,0 SE Produktionsmesstechnik

2,0/2,0 LU Koordinatenmessmaschinen
2,0/1,5 VO Überprüfung von Fertigungseinrichtungen
2,0/2,0 LU Überprüfung von Fertigungseinrichtungen

Modul „Fertigungssysteme I & II“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Spanende Fertigung und Umformtechnik
3,0/2,0 VO Industrielle Fertigungssysteme
1,0/1,0 UE Industrielle Fertigungssysteme
3,0/2,0 SE Fertigungstechnik
1,0/1,0 LU Zerspanungstechnisches Labor
3,0/2,0 VO Auslegung von Werkzeugmaschinen
3,0/2,0 VO Roboter: Berechnung und Simulation

Modul „Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis I & II“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VU Finite Elemente in der Anwendung
4,0/3,0 VU Finite Elemente für gekoppelte Feldprobleme I
3,0/2,0 VU Modellierung und Simulation in der Produktionstechnik
2,0/2,0 UE Design of Composite Structures using Finite Element Methods
4,0/3,0 VU Implementation of a Finite Element Program
5,0/4,0 VU Advanced Finite Element Methods

Modul „Fördertechnik I & II“ (14,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Stetigförderer
3,0/2,0 VO Tragwerkslehre
2,0/2,0 LU Fördertechnik Laborübungen
3,0/2,0 VU Schüttgutsimulation
2,0/1,5 VO Seilbahnbau
2,0/1,5 SE Fördertechnik Seminar mit Exkursion

Modul „Formula Student I & II“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 PR Formula Student
2,0/2,0 SE Konstruktionswettbewerb
3,0/3,0 VU Teambuilding and 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
2,0/2,0 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 Füge­technik
 3,0/2,0 VO Reifentechnik
 3,0/3,0 VO Grundlagen der Entwurfsaerodynamik
 1,5/1,0 VO Rennmotoren und Rennfahrzeuge
 1,5/1,0 VO Design of Automotive Suspension Systems
 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 Alternative Fahrzeugkonzepte und Komponenten
 2,0/1,5 VO Elektrische Antriebstechnik für MB und WIMB
 2,0/1,5 VO Vertiefung Elektrotechnik und Elektronik für MB und WIMB
 3,0/2,0 VU Grundlagen der Organisation
 3,0/2,0 VU Controlling
 3,0/2,0 VO Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung
 3,0/2,0 VU Enterprise Risk Management (Fundamentals)

Modul „Industrielle Energiesysteme und Digitale Methoden I & II“ (14,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Einführung in industrielle Energiesysteme und digitale Methoden
 3,0/2,0 VO Energiesystemmodellierung
 2,0/2,0 UE Energiesystemmodellierung
 3,0/2,0 VU Design- und Betriebsoptimierung
 2,0/2,0 VU Numerische Prozesssimulation
 2,0/2,0 LU Automatisierungstechnik in der Wärmetechnik

Modul „Kraftfahrzeugantriebe I & II“ (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 Automobil­er Antriebssysteme
 1,5/1,0 VO Motor- und Fahrzeugsteuerungen

Modul „Kraftfahrzeugtechnik I & II“ (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 „Lasergestützte Fertigung“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Laserbearbeitungstechnik
3,0/2,0 VO Lasersystemtechnik
3,0/2,0 VO Präzisionsbearbeitung
3,0/2,0 SE Lasergeräte
2,0/2,0 UE Laborübungen Lasertechnik

Modul „Leichtbau I & II“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Analytische Methoden des Leichtbaus
2,0/2,0 LU Analytische Methoden des Leichtbaus
5,0/4,0 VU Numerische Methoden des Leichtbaus
2,0/2,0 LU Numerische Methoden des Leichtbaus
5,0/4,0 VU Stabilitätsprobleme der Elastostatik
2,0/2,0 SE Light Weight Structures
3,0/2,0 VO Advanced Material Models for Structural Analysis
2,0/1,5 VO Optimaldimensionierung
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 VO Rotorcraft Design, -Aeromechanik und -konfigurationen und ihre Auswirkungen auf das Getriebedesign

Modul „Luftfahrzeugentwurf (Aircraft Design)“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Flugzeugentwurf I (Aircraft Design I)
5,0/4,0 VU Flugzeugentwurf II (Aircraft Design II)
4,0/3,0 SE Seminar Luftfahrzeugentwurf (Seminar on Aircraft Design)

Modul „Luftfahrzeugsysteme (Aircraft Systems)“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Luftfahrzeugsystemtechnik (Aircraft Systems Technology)
4,0/3,0 VU Systemtechnik (Systems Engineering)
3,0/2,0 LU Flugzeugtechnisches Labor (Flight Lab)
2,0/1,5 SE Flugzeugtechnisches Seminar (Aeronautical Seminar)

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 „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 LU Mechanik dünner Strukturen
2,0/2,0 SE Mechanik dünner Strukturen

Modul „Mechatronische Systeme“ (14,0 ECTS)

4,0/3,0 VU Finite Elemente für gekoppelte Feldprobleme I
4,0/3,0 LU Labor Mechatronische Systeme
3,0/3,0 SE Seminar Mechatronische Systeme
3,0/2,0 VO Finite Elemente für gekoppelte Feldprobleme II
2,0/2,0 UE Finite Elemente für gekoppelte Feldprobleme II
3,0/2,0 VU Strömungsakustik
4,0/3,0 VU Elektro-aktive Strukturen
3,0/2,0 VO Identifikation - Experimentelle Modellbildung

Modul „Numerische Strömungsmechanik“ (14,0 ECTS)

5,0/4,0 VU Numerische Methoden der Strömungsmechanik
3,0/2,0 VO Turbulente Strömungen
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

Modul „Produktentwicklungsmethodik und Ecodesign“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung
2,0/2,0 UE Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung
3,0/2,0 VO Produktentwicklung, Innovation und ECO-Design
3,0/2,0 SE ECO-Design Seminar
2,0/2,0 VO Product Lifecycle Management
1,0/1,0 UE Product Lifecycle Management

Modul „Rehabilitationstechnik (Rehabilitation Engineering)“ (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

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

Modul „Student Aerospace I & II“ (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
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 Analytische Methoden des Leichtbaus
2,0/2,0 LU Analytische Methoden des Leichtbaus
2,0/2,0 SE Light Weight Structures
3,0/2,0 VU Composites Engineering
3,0/2,0 VO Numerische Methoden der Strömungsmechanik
2,0/2,0 UE Numerische Methoden der Strömungsmechanik
5,0/3,0 VU Gas- und Aerodynamik
3,0/2,0 SE Seminar Strömungsmechanik
3,0/2,0 VO Dynamik und Steuerung von Raumfahrzeugen
3,0/2,0 VO Verbundwerkstoffe und Verbunde
3,0/2,0 VO Rotorcraft Design und Auswirkungen auf das Getriebedesign
4,0/3,0 VU Finite Elemente Methode für gekoppelte Feldprobleme 1

Modul „Technische Dynamik“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Rotordynamik
2,0/2,0 UE Rotordynamik
3,0/2,0 VO Computergestützte Methoden für Dynamische Systeme
2,0/2,0 UE Computergestützte Methoden für Dynamische Systeme
3,0/2,0 LU Labor Technische Dynamik
3,0/2,0 SE Seminar Technische Dynamik
3,0/2,0 VO Spezielle Probleme der Mehrkörpersystemdynamik

Modul „Technische Logistik“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Förder- und Transporttechnik
4,0/4,0 UE Förder- und Transporttechnik Konstruktionsübung
3,0/2,0 VO Technische Logistik
2,0/2,0 VO Materialflusssimulation
2,0/2,0 UE Materialflusssimulation

Modul „Werkstoffanwendung“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Füge-technik
3,0/3,0 VU Korrosion
3,0/2,0 VU Schadensanalyse
2,0/2,0 VU Computereinsatz in der Werkstofftechnik
3,0/2,0 VO Oberflächentechnik
3,0/2,0 VO Atomistic Materials Modelling

Modul „Werkstoffeinsatz I & II“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Werkstoffauswahl
3,0/2,0 VO Light Metals
2,0/2,0 VU Werkstoffkreislauf
2,0/2,0 SE Betriebsfestigkeit
2,0/2,0 LU Bruchmechanik
2,0/2,0 VU Werkstoffdiagnostik

Modul „Werkstoffverarbeitung“ (14,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Kunststofftechnik
2,0/2,0 VU Additive Manufacturing Technologies
2,0/2,0 SE Werkstoffverarbeitung
3,0/2,0 VO Biomaterials
3,0/2,0 VO Biokompatible Werkstoffe
1,0/1,0 EX Werkstoffverarbeitung

Prüfungsfach „Fachgebundene Wahl“ (18,0 ECTS)

Modul „Fachgebundene Wahl“ (18,0 ECTS)

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