



# Studienplan für das Masterstudium Maschinenbau

## 066.445

Technische Universität Wien

Beschluss des Senats der Technischen Universität Wien in der Sitzung am 27. Juni 2011  
Geändert am 26. Juni 2017

Gültig ab 1. Oktober 2017

## § 1 Grundlage und Geltungsbereich

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

## § 2 Qualifikationsprofil

Das Masterstudium Maschinenbau vermittelt eine vertiefte, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Bildung, welche die Absolventinnen und Absolventen 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 Kompetenzkategorien vermittelt:

### **Fachliche und methodische Kenntnisse**

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums 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.

Absolventinnen und Absolventen 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 Fertigkeiten**

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums 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

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums 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 Forschungsk Kooperationen, zum Beispiel im Rahmen der Diplomarbeit, wird ein rascher Einstieg der Absolventinnen und Absolventen 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. Absolventinnen und Absolventen 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 sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr umfasst 60 ECTS-Punkte.

### § 4 Zulassung zum Masterstudium

Die Zulassung zu einem Masterstudium setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten in- oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.

Fachlich in Frage kommend ist jedenfalls das Bachelorstudium Maschinenbau an der Technischen Universität Wien.

Wenn die Gleichwertigkeit grundsätzlich gegeben ist und nur einzelne Ergänzungen auf die volle Gleichwertigkeit fehlen, können zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit alternative oder zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die im Laufe des Masterstudiums zu absolvieren sind.

Für die Bachelorstudien Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Wien und das Bachelorstudium Maschinenbau an der Technischen Universität Graz kann die vollständige Gleichwertigkeit hergestellt werden, in dem von der Studiendekanin oder vom Studiendekan vorgeschriebene Lehrveranstaltungen im Umfang von bis zu 18 ECTS-Punkte absolviert werden. Diese Lehrveranstaltungen ersetzen Lehrveranstaltungen des Moduls Fachgebundene Wahl.

Personen, deren Muttersprache nicht Deutsch ist, haben die Kenntnis der deutschen Sprache nachzuweisen. Für einen erfolgreichen Studienfortgang werden Deutschkenntnisse nach Referenzniveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen (GeR) empfohlen. Neben der Beherrschung der deutschen Sprache sei hier auf die Notwendigkeit von ausreichenden Englischkenntnissen sowohl im Studium, als auch im weiteren Berufsleben ausdrücklich hingewiesen.

### § 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 Regel-Arbeitsaufwand 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.

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Das Masterstudium Maschinenbau besteht aus folgenden Prüfungsfächern:

Bezeichnung	Umfang	Abkürzung
Vertiefende Grundlagen	30 ECTS	VG
Vertiefung und Projektarbeit	33 ECTS	VP
Fachgebundene Wahl	18 ECTS	FW
Allgemeine wissenschaftliche Bildung und fachübergreifende Qualifikationen	9 ECTS	ABFQ
Diplomarbeit	30 ECTS	DA

Das Masterstudium Maschinenbau ist aus folgenden Modulen aufgebaut:

**Modulgruppe Aufbaumodule:**

Bezeichnung	Umfang	Prüfungsfach
Strömungsmechanik 2	5 ECTS	VG
Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik	5 ECTS	VG
Mehrkörpersysteme	5 ECTS	VG
Maschinendynamik	5 ECTS	VG
Festkörperkontinuumsmechanik	5 ECTS	VG
Elektrotechnik und Elektronik 2	5 ECTS	VG
Thermodynamik 2	5 ECTS	VG
Wärmeübertragung	5 ECTS	VG
Höhere Festigkeitslehre	5 ECTS	VG
Werkstofftechnologie	5 ECTS	VG
Simulationstechnik	5 ECTS	VG
Virtuelle Produktentwicklung	5 ECTS	VG

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.

**Modulgruppe Vertiefungsmodule:**

Bezeichnung	Umfang	Prüfungsfach
-------------	--------	--------------

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Energietechnik – Wärmetechnische Anlagen I & II	14 ECTS	VP
Energietechnik – Thermische Turbomaschinen I & II	14 ECTS	VP
Energietechnik – Hydraulische Maschinen und Anlagen I & II	14 ECTS	VP
Energietechnik – Fortschrittliche Energieanlagen	14 ECTS	VP
Energietechnik – Aspekte und Anwendungen	14 ECTS	VP
Rehabilitationstechnik	14 ECTS	VP
Produktentwicklungsmethodik und Ecodesign	14 ECTS	VP
Angewandte Maschinenelemente I & II	14 ECTS	VP
Technische Logistik	14 ECTS	VP
Getriebetechnik	14 ECTS	VP
Fördertechnik I & II	14 ECTS	VP
Schienenfahrzeugbau	14 ECTS	VP
Apparate- und Anlagenbau	14 ECTS	VP
Werkstoffeinsatz I & II	14 ECTS	VP
Werkstoffverarbeitung	14 ECTS	VP
Werkstoffanwendung	14 ECTS	VP
Lasergestützte Fertigung	14 ECTS	VP
Fertigungssysteme I & II	14 ECTS	VP
Fertigungsmesstechnik	14 ECTS	VP
Fertigungsautomatisierung	14 ECTS	VP
Kraftfahrzeugtechnik I & II	14 ECTS	VP
Kraftfahrzeugantriebe I & II	14 ECTS	VP
Automobil, Energie und Umwelt	14 ECTS	VP
Leichtbau I & II	14 ECTS	VP
Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis I & II	14 ECTS	VP
Composite-Strukturen	14 ECTS	VP
Biomechanik der Gewebe	14 ECTS	VP

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Numerische Strömungsmechanik	14 ECTS	VP
Theoretische Strömungsmechanik	14 ECTS	VP
Stabilität und Musterbildung in kontinuierlichen Medien	14 ECTS	VP
Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates	14 ECTS	VP
Automatisierungstechnik	14 ECTS	VP
Fahrzeugsystemdynamik	14 ECTS	VP
Technische Dynamik	14 ECTS	VP
Nichtlineare Dynamische Systeme	14 ECTS	VP
Mechatronische Systeme	14 ECTS	VP
Technische Akustik	14 ECTS	VP
Thermo-elektro-elastische Strukturmechanik	14 ECTS	VP
Formula Student I&II	14 ECTS	VP

Aus der Modulgruppe Vertiefungsmodule sind zwei vollständige Module im Umfang von jeweils 14 ECTS zu absolvieren. Für Lehrveranstaltungen eines Moduls im Umfang von 7 ECTS, 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 aus einem anderen Modul der Modulgruppe Vertiefungsmodule absolviert werden. Der 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.

**Weitere Module:**

Bezeichnung	Umfang	Prüfungsfach
Projektarbeit	5 ECTS	VP
Fachgebundene Wahl	18 ECTS	FW
Allgemeine wissenschaftliche Bildung und fachübergreifende Qualifikationen	9 ECTS	ABFQ
Diplomarbeit	30 ECTS	DA

Alle Module dieser Modulgruppe sind verpflichtend zu absolvieren.

Zeugnisse können nicht für den Studienabschluss verwendet werden, wenn diese bereits zur Erreichung jenes Studienabschlusses verwendet wurden, der Voraussetzung für die Zulassung zum Masterstudium ist. Trifft dies auf eine Lehrveranstaltung in einem gewählten Modul des Masterstudiums zu, verringert sich der ECTS-Credit Umfang des Moduls um den ECTS-Credit Umfang dieser Lehrveranstaltung. Der ECTS-Credit Umfang des Moduls „Fachgebundene

Wahl“ vergrößert sich dementsprechend.

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

In den Modulen des Masterstudiums Maschinenbau werden folgende Inhalte (Stoffgebiete) vermittelt:

#### **Aufbaumodule:**

**Strömungsmechanik 2:** In dem Modul Strömungsmechanik 2 werden erweiterte fachliche und methodische Kenntnisse im Fach Strömungsmechanik vermittelt. Repräsentative wichtige Strömungsformen (u.a. Grenzschicht, Tragflügel, Filmströmungen) werden behandelt. Ziel ist die Vermittlung des physikalischen Verständnisses und geeigneter methodischer Ansätze zur analytischen näherungsweise Lösung wichtiger Schlüsselprobleme

**Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik:** Es werden grundlegende Kenntnisse zur numerischen Lösung partieller Differentialgleichungen vermittelt. Dazu gehört die Klassifikation von partiellen Differentialgleichungen sowie Untersuchungen über Stabilität und Konsistenz von Diskretisierungsverfahren. Es wird ein Überblick über gängige Diskretisierungsverfahren in der Strömungs- und Wärmetechnik gegeben: Finite Differenzen, finite Elemente, spektrale Methoden. Diverse Zeitintegrationsverfahren für eindimensionale lineare und nichtlineare Konvektions-Diffusions-Gleichungen und -Gleichungssysteme werden behandelt.

**Mehrkörpersysteme:** 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'Alembertschen 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.

**Maschinendynamik:** 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.

**Festkörperkontinuumsmechanik:** 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 und der Biomechanik der Gewebe sowie für den Leichtbau und Composite-Strukturen.

**Elektrotechnik und Elektronik 2:** 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

**Thermodynamik 2:** 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.

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

**Höhere Festigkeitslehre:** 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.

**Werkstofftechnologie:** 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.

**Simulationstechnik:** 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.

**Virtuelle Produktentwicklung:** 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.

### Vertiefungsmodule:

**Energietechnik - Wärmetechnische Anlagen I & II:** 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.

**Energietechnik - Thermische Turbomaschinen I & II:** 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 - Hydraulische Maschinen und Anlagen I & II:** 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 kennen gelernt. 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 - Fortschrittliche Energieanlagen:** 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 - Aspekte und Anwendungen:** 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.

**Rehabilitationstechnik:** 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.

**Produktentwicklungsmethodik und Ecodesign:** 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 selbstständig anwenden.

**Angewandte Maschinenelemente I & II:** Die Studierenden beherrschen typische Maschinenkonstruktionen und Berechnungsaufgaben und haben ihr konstruktives Wissen über Maschinenkonstruktionen vertieft. Darüber hinaus haben sie die methodisch sinnvolle Umsetzung von Maschinenkonstruktionen mit 3D-CAD-Systemen und die Anwendung rechnergestützter Auslegungs- und Nachweisverfahren kennen gelernt.

**Technische Logistik:** 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.

**Getriebetechnik:** 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.

**Fördertechnik I & II:** 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.

**Schienenfahrzeugbau:** 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.

**Apparate- und Anlagenbau:** 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 begleitendem Übungsteilen sowie einer Konstruktionsübung zusammen.

**Werkstoffeinsatz I & II:** 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:** 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.

**Werkstoffanwendung:** 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.

**Lasergestützte Fertigung:** 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.

**Fertigungssysteme I & II:** 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.

**Fertigungsmesstechnik:** 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.

**Fertigungsautomatisierung:** 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.

**Kraftfahrzeugtechnik I & II:** Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über die verschiedenen Arten von aktuellen und zukünftigen Fahrzeugkonzepten. Sie können technologischen Lösungen für Straßenfahrzeuge nachvollziehen, analysieren und bewerten sowie grundlegenden Funktionen von Fahrzeugen berechnen. Sie haben die experimentellen und berechnungstechnischen Methoden anhand aktueller Forschungsprojekte angewendet und geübt.

**Kraftfahrzeugantriebe I & II:** Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über die verschiedenen Arten von aktuellen und zukünftigen (konventionellen und alternativen) Kraftfahr-

zeugantriebssystemen - 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.

**Automobil, Energie und Umwelt:** Die Studierenden bekommen vertiefte Kenntnisse über wissenschaftliche und technologische Methoden für die Forschung, Entwicklung und Validierung energieeffizienter und emissionsfreier Fahrzeugantriebe vermittelt.

**Leichtbau I & II:** 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.

**Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis I & II:** Die Studierenden vertiefen sich verstärkt in die praxisgerechte Anwendung der Finiten Elemente (FE) Methoden und werden in die Lage versetzt, weitgehend eigenständig technische Problemstellungen mittels geeigneter FE-Programme zu bearbeiten. Ferner erwerben die Studierenden auch Fähigkeiten, nichtlineare Problemstellungen mittels FE-Methoden zu behandeln. Die Studierenden sind in der Lage reale technische Aufgaben in mathematische Modelle umzusetzen, mittels kommerzieller Programme zu lösen, die Ergebnisse zu interpretieren, erforderlichen Falls Modellverbesserungen vorzunehmen und in Form technischer Berichte zu dokumentieren.

**Composite-Strukturen:** Die Studierenden erwerben methodisches Wissen über die Technologie der Verbundwerkstoffe und von Composite Bauteilen hinsichtlich Materialauswahl, Herstellung, Konstruktion und Berechnung, Qualitätssicherung, experimenteller Charakterisierung, sowie Reparatur und Recycling. Ferner werden die Studierenden befähigt das thermo- und hygromechanische Verhalten von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden auf verschiedenen Längenskalen zu modellieren.

**Biomechanik der Gewebe:** 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 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.

**Numerische Strömungsmechanik:** 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.

**Theoretische Strömungsmechanik:** In diesem Modul werden Methoden vermittelt, mit denen man Strömungsvorgänge näherungsweise analytisch berechnen kann. Zunächst wird das allgemeine Konzept der asymptotischen Methoden vermittelt, welches auch über Strömungen hinaus von Bedeutung ist. Mit diesen Methoden werden die für die Aerodynamik wichtigen Grenzschichtströmungen sowie Strömungen realer Fluide, Verbrennungs- und Wellenausbreitungsvorgänge eingehend analysiert.

**Stabilität und Musterbildung in kontinuierlichen Medien:** Es werden grundlegende Kenntnisse über strömungsphysikalische Phänomene im Übergangsbereich zwischen laminarer und turbulenter Strömung vermittelt. Mit einer Dimensionsanalyse lässt sich die Zahl der unab-

hängigen Parameter eines Problems auf ein Minimum reduzieren und es werden alle relevanten dimensionslosen Kennzahlen identifiziert. In vielen Fällen verliert die einfache laminare Strömung bei Erhöhung des Antriebs (z.B. der Reynoldszahl) ihre Symmetrien über eine Sequenz von Strömungsinstabilitäten. Dieses Szenario mündet schließlich in der Turbulenz. Repräsentative Beispiele werden behandelt mit Schwerpunkt auf Systemen mit Phasenübergängen. Relevante mathematische Methoden werden eingeführt.

**Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates:** Die Studierenden besitzen Kenntnisse über unterschiedliche Modellierungsansätze zur Beschreibung des (menschlichen) Bewegungsapparates und dabei auftretende Probleme. Sie können zur Lösung konkreter Fragestellungen geeignete Modelle entwickeln und Verfahren auswählen.

**Automatisierungstechnik:** Die Studierenden kennen unterschiedlicher Modellierungsansätze zur Datenbasierten Modellbildung und ausgewählte moderne Regelungsverfahren. Sie erlangen Fertigkeiten im Umgang mit aktueller Simulationssoftware für Regelungstechnik und grundlegende Fähigkeit zur selbständigen Erarbeitung von automatisierungstechnischen Lösungen.

**Fahrzeugsystemdynamik:** 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 Fahrerdynamikregelsysteme sowie Fahrerassistenzsysteme.

**Technische Dynamik:** 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.

**Nichtlineare Dynamische Systeme:** Die Studierenden lernen das Verhalten nichtlinearer Systeme mittels geeigneter analytischer und numerischer Methoden zu analysieren. Grundlegende Kenntnis der bei den verschiedenen Problemstellungen möglichen auftretenden Lösungsstrukturen und ihrer Untersuchung, wie z.B. Quasistationäre oder chaotische Dynamik, Mode-Interaktion in symmetrischen Strukturen, Imperfektionsempfindlichkeit werden vermittelt.

**Mechatronische Systeme:** Die Mechatronik erschließt ihre besonderen Potenziale durch das interdisziplinäre Zusammenspiel des klassischen Maschinenbaus, der Elektrotechnik und der Informatik. Dieses Modul vermittelt die wichtigsten Kenntnisse im Bereich der Modellbildung und Simulation, der Messtechnik und Aktorik sowie der digitalen Signalverarbeitung. Diese Werkzeuge sind integrale Bestandteile bei der Entwicklung von modernen Sensoren und Aktoren (Beispiele: piezoelektrische Stapelaktoren für die Einspritztechnik, hocheffiziente und zuverlässige Magnetlager, MEMS (Micro-Electro-Mechanical-Systems)).

**Technische Akustik:** Ziel der Ausbildung von Maschinenbaustudenten im Bereich der Akustik ist es, die analytischen, experimentellen und numerischen Grundlagen der Akustik zu verstehen und anzuwenden. Darunter fallen z.B. akustische Schwachstellenanalyse und Schallquellenortung, Einsatz moderner Mess- und Analyseverfahren, Optimierung der akustischen und schwingungstechnischen Eigenschaften von einzelnen mechanischen und elektrischen Maschinen bis hin zu gesamten Fahrzeugen sowie Industrieanlagen mit Hilfe numerischer Verfahren. Geräusch- und Schwingungskomfort bestimmen maßgeblich die Klasse eines Produktes sowie die Qualität am Arbeitsplatz.

**Thermo-elektro-elastische Strukturmechanik:** Thermoelastizität und Elektroelastizität sind in vielen maschinenbaulichen Problemen von ausgezeichneter Bedeutung. Die Studierenden verstehen in dünnen thermo-elektro-elastischen Strukturen auftretende Phänomene wie Schwingungen, große Verformungen und Stabilitätsverlust und beherrschen deren Beschreibung mittels mathematischer Modelle. Sie sind mit intelligenten multifunktionalen Materialien (piezoelektrische Materialien, elektro-aktive Polymere, usw.) und deren Wirkungsweise vertraut und können diese zur Überwachung, zur Steuerung und Regelung sowie zur aktiven Formgebung in intelligenten mechanischen Strukturen anwenden. Die Studierenden sind in der Lage Problemstellungen der thermo-elektro-elastischen Strukturmechanik effizient mit analytischen und numerischen Methoden zu behandeln und diese Methoden am Computer selbstständig zu implementieren.

**Formula Student I&II:** 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 Renaults 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.

#### **Weitere Module:**

**Projektarbeit:** In diesem Modul wird eine mit einem oder mehreren Vertiefungsmodulen in Zusammenhang stehende Projektarbeit angefertigt um praktische Erfahrung im Vertiefungsbereich des Studiums zu sammeln.

**Fachgebundene Wahl:** Das Modul dient zur individuellen Vertiefung im Rahmen der in den Masterstudien Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau und Verfahrenstechnik angebotenen Fachgebieten.

**Allgemeine wissenschaftliche Bildung und fachübergreifende Qualifikationen:** Das Modul dient der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

**Diplomarbeit:** Im Modul Diplomarbeit wird eine eigenständige wissenschaftliche Arbeit unter Anleitung verfasst, deren Thema im Einklang mit dem Qualifikationsprofil vom Studierenden frei gewählt werden kann und eine kommissionelle Gesamtprüfung abgelegt.

## **§ 6 Lehrveranstaltungen**

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

Jede Änderung der Lehrveranstaltungen der Module wird in der Evidenz der Module dokumentiert und ist mit Übergangsbestimmungen zu versehen. Jede Änderung wird in den Mitteilungsblättern der Technischen Universität Wien veröffentlicht. Die aktuell gültige Evidenz der Module liegt sodann im Dekanat der Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften auf.

## **§ 7 Prüfungsordnung**

Den Abschluss des Masterstudiums bildet die Diplomprüfung. Sie beinhaltet

- a. die erfolgreiche Absolvierung aller im Studienplan vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm zuzurechnenden Lehrveranstaltungen gemäß Modulbeschreibung positiv absolviert wurden,
- b. die Abfassung einer positiv beurteilten Diplomarbeit und
- c. eine kommissionelle Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einem Prüfungssenat gem. §12 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 gem. §18 Abs.1 der Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien sind erfüllt, wenn die Punkte a. und b. erbracht sind.

Das Abschlusszeugnis beinhaltet

- a. die Prüfungsfächer mit ihrem jeweiligen Umfang in ECTS-Punkten und ihren Noten,
- b. das Thema der Diplomarbeit,
- c. die Note des Prüfungsfaches Diplomarbeit und
- d. eine auf den unter a) und c) angeführten Noten basierende Gesamtbeurteilung gemäß § 73 Abs. 3 UG, sowie die Gesamtnote
- e. die Namen der absolvierten vertiefenden Grundlagen und der Vertiefungen

Die Note eines 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. Die Gesamtnote ergibt sich analog zu den Prüfungsfachnoten durch gewichtete Mittelung der Noten aller dem Studium zuzuordnenden Lehrveranstaltungen sowie der Noten der Diplomarbeit und der Abschlussprüfung.

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

Der positive Erfolg von Prüfungen ist mit "sehr gut" (1), "gut" (2), "befriedigend" (3) oder "genügend" (4), der negative Erfolg ist mit "nicht genügend" (5) zu beurteilen. Lehrveranstaltungen des Typs „Exkursion“ werden mit „mit Erfolg teilgenommen“ bzw. „ohne Erfolg teilgenommen“ beurteilt.

## § 8 Studierbarkeit und Mobilität

Studierende im Masterstudium Maschinenbau sollen ihr Studium mit angemessenem Aufwand in der dafür vorgesehenen Zeit abschließen können. Dies wird durch die Lehrvereinbarungen, die zwischen dem Studienrechtlichen Organ und den Lehrveranstaltungsleitern abgeschlossen werden, umgesetzt.

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 LVA im darauffolgenden Semester angeboten wird.

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

Lehrveranstaltungen für die ressourcenbedingte Teilnahmebeschränkungen gelten sind in der Beschreibung des jeweiligen Moduls entsprechend gekennzeichnet, sowie die Anzahl der verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze festgelegt. Die Lehrveranstaltungsleiterinnen und Lehrveranstaltungsleiter sind berechtigt, für ihre Lehrveranstaltungen Ausnahmen von der Teilnahmebeschränkung zuzulassen.

## § 9 Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein wissenschaftliches Thema selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Das Prüfungsfach Diplomarbeit, bestehend aus der wissenschaftlichen Arbeit und der kommissionellen Gesamtprüfung, wird mit 30 ECTS-Punkten bewertet, wobei der kommissionellen Gesamtprüfung 3 ECTS zugemessen werden.

Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

## § 10 Akademischer Grad

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

## § 11 Integriertes Qualitätsmanagement

Das integrierte Qualitätsmanagement gewährleistet, dass der Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau konsistent konzipiert ist, effizient abgewickelt und regelmäßig überprüft bzw. kontrolliert wird. Geeignete Maßnahmen stellen die Relevanz und Aktualität des Studienplans sowie der einzelnen Lehrveranstaltungen im Zeitablauf sicher; für deren Festlegung und Überwachung sind das Studienrechtliche Organ und die Studienkommission zuständig.

Die semesterweise Lehrveranstaltungsbewertung liefert, ebenso wie individuelle Rückmeldungen zum Studienbetrieb an das Studienrechtliche Organ, für zumindest die Pflichtlehrveranstaltungen ein Gesamtbild für alle Beteiligten über die Abwicklung des Studienplans. Insbesondere können somit kritische Lehrveranstaltungen identifiziert und in Abstimmung zwischen studienrechtlichem Organ, Studienkommission und Lehrveranstaltungsleiterin und -leiter geeignete Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden.

Die Studienkommission unterzieht den Studienplan in einem dreijährigen Zyklus einem Monitoring, unter Einbeziehung wissenschaftlicher Aspekte, Berücksichtigung externer Faktoren und Überprüfung der Arbeitsaufwände, um Verbesserungspotentiale des Studienplans zu identifizieren und die Aktualität zu gewährleisten. Die Lehrvereinbarungen sind in das Monitoring mit einzubeziehen.

Im Rahmen des Qualitätsmanagements des Masterstudiums Maschinenbau fallen den zuständigen Organen folgende Aufgaben zu:

Die Studienkommission:

- Erstellt den Studienplan und die Modulbeschreibungen
- Behandelt auftretende Probleme im Studienplan
- Führt das Monitoring des Studienplans durch
- Die Studienkommission kann der Studiendekanin oder dem Studiendekan Vorschläge zur Lösung von Problemen im Lehrbetrieb machen.

Die Studiendekanin oder der Studiendekan:

- Beauftragt die Lehrenden mit der Abhaltung der Lehrveranstaltungen
- Behandelt auftretende Probleme bei Lehrveranstaltungen

- Schließt Lehrvereinbarungen mit den Lehrveranstaltungsleiterinnen und -leitern unter Berücksichtigung der Modulbeschreibungen ab, überprüft diese im Rahmen des Monitoring des Studienplans und adaptiert sie gegebenenfalls.
- Die Studiendekanin oder der Studiendekan berichtet der Studienkommission über die Ergebnisse der Lehrveranstaltungsbewertung in mit ihr abgestimmter Form.

## § 12 Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt am 1. Oktober 2015 in Kraft.

## § 13 Übergangsbestimmungen

Die Übergangsbestimmungen werden gesondert im Mitteilungsblatt verlautbart und liegen im Dekanat der Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften auf.

## Anhang: Modulgruppe Aufbaumodule

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Strömungsmechanik 2		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	5	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
Vermittlung erweiterter fachlicher und methodische Kenntnisse im Fach Strömungsmechanik. Vermittlung eines tieferen des physikalischen Verständnisses wichtiger Strömungsvorgänge. Vermittlung von mathematischen Ansätzen zur Lösung wichtiger Klassen von Strömungsproblemen.		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromfunktion, Geschwindigkeitspotential, Wirbelsätze</li> <li>• Reibungsfreie, stationäre inkompressible Strömungen</li> <li>• Auftrieb, induzierter Widerstand</li> <li>• Reibungsfreie, stationäre kompressible Unter- und Überschallströmungen</li> <li>• Schiefer Verdichtungsstoß, Prandtl-Meyer Expansion</li> <li>• Grundlagen der hydrodynamischen Schmierungstheorie</li> <li>• Laminare und turbulente Grenzschichten, Strömungsablösung</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Strömungsmechanik 1 Vektoranalysis Mathematik 1-3 Grundkenntnisse über Differentialgleichungen		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
Tafel- bzw. Projektionsvortrag Hausübungen Klausuren		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Strömungsmechanik 2 VO	3	2
Strömungsmechanik 2 UE	2	1

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
<b>Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik</b>		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	5	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über Konvektions-Diffusionsgleichungen, Projektionsmethoden für inkompressible und kompressible Navier-Stokes-Gleichungen, komplexe Geometrien und Turbulenzmodellierung.		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partielle Differentialgleichungen, Klassifizierung</li> <li>• Diskretisierungsfehler</li> <li>• Konvergenz, Konsistenz, Stabilität</li> <li>• Räumliche Diskretisierung</li> <li>• Lösung stationärer Probleme</li> <li>• Zeitintegration von Konvektions-Diffusionsproblemen</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
Schriftliche und mündliche Prüfung nach dem Ende der Lehrveranstaltung.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik VO	3	2
Numerische Methoden der Strömungs- und Wärmetechnik UE	2	1

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
<b>Mehrkörpersysteme</b>		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	5	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>Grundlegende Kenntnisse der Theorie der nachfolgend genannten Themengebiete aus dem Gebiet der Mehrkörpersystemdynamik.</p> <p>Fähigkeit zur Umsetzung und Anwendung der erlernten theoretischen Grundlagen auf praktische Aufgabenstellungen (z.B. aus dem Bereich der Mechatronik, Fahrzeugdynamik).</p> <p>Analytisches und synthetisches Denken für die Modellbildung und Interpretation numerischer Simulationsergebnisse von (mechatronischen) Aufgabenstellungen.</p> <p>Fähigkeit zum kritischen Hinterfragen auf Richtigkeit und Interpretierbarkeit eigener am Computer ermittelter numerischer Lösungen von Problemstellungen.</p> <p>Allgemeines Verständnis des theoretischen Hintergrundes von Mehrkörpersystem-Programmen und dessen Nutzung für die effektive Modellbildung technischer Systeme</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Aufbereitung der Kinematik von Mehrkörpersystemen mit starren und deformierbaren Körpern</li> <li>• Newton-Euler Gleichungen, Anwendung des d'Alembertschen und Jourdainischen Prinzips, Gibbs-Appell Gleichungen</li> <li>• Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Mechatronik und deren numerische Behandlung (Simulation) unter Zuhilfenahme eines ausgewählten Mehrkörperdynamik-Softwarepakets</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<p>Fundierte mathematische Grundkenntnisse</p> <p>Fähigkeit zur Darstellung und Vermittlung eigener Lösungen von gegebenen Aufgabenstellungen</p> <p>Soziale Kompetenzen, z.B. für eine mögliche Zusammenarbeit in kleinen Teams</p>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
<p>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 Durchschnittsnoten nach der fünfstelligen Notenskala (§73 UG) erreicht haben. Bei gleicher Durchschnittsnote entscheidet das Los über die Vergabe der Plätze.</p>		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>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 Prüfung zu den theoretischen Grundlagen und Überprüfung und Dokumentation der eigenständigen Ausarbeitung von Übungsaufgaben am Computerarbeitsplatz.</p>		

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Grundlagen d. Mehrkörpersystemdynamik VO	3	2
Grundlagen d. Mehrkörpersystemdynamik UE	2	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Maschinendynamik

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

5

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Grundlagen der Modellbildung in der technischen Dynamik
- Geometrisch-kinematische Eigenschaften ebener Mechanismen.
- Bewegungsgleichungen und Zwangskräfte von EFG-Mechanismen. (Kreisknockengetriebe, 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 (Expected Prerequisites)

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 für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

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.

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Maschinendynamik VO	3	2
Maschinendynamik UE	2	2
<b>Modulbeschreibung (Module Descriptor)</b>		
Name des Moduls (Name of Module):		
<b>Festkörperkontinuumsmechanik</b>		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	5	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>Aufbauend auf Mechanik 1,2 und 3 hat dieses Modul das Ziel, die Konzepte, thermodynamischen Hauptsätze sowie die Rechenmethoden der Kontinuumsmechanik fester Körper in großen Verformungen zu vermitteln. Das Modul liefert wesentliche Grundlagen für Vertiefungen in Leichtbau, Composite-Strukturen, Finite Elemente und Biomechanik der Gewebe.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagrange Beschreibung von Festkörpern</li> <li>• Verzerrungs- und Spannungsmaße im Rahmen von großen Verformungen</li> <li>• Erstellung der globalen und lokalen Gleichgewichtsbedingungen</li> <li>• Beschreibung der Energie- und Leistungsdichte</li> <li>• Formulierung des 1. und 2. Hauptsatzes der Thermodynamik sowie des Prinzips der virtuellen Arbeit für Kontinua</li> <li>• Einführung in die Theorie der Materialgesetze, Objektivität, Standard generalisierte Materialien und Studium der nicht-linearen Elastizität, Plastizität und Schädigung.</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Kenntnisse der Punkt- und Starrkörpermechanik</li> <li>• Vorkenntnisse der Mechanik fester Körper bei kleinen Deformationen</li> <li>• Gutes Verständnis der englischen Sprache ist notwendig.</li> </ul>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>Vorlesung mit schriftlicher Prüfung. Parallel werden Rechenübungen angeboten, um die Konzepte der Kontinuumsmechanik Schritt für Schritt anzuwenden. Die Leistungsbeurteilung bei der RU erfolgt bei der Vorstellung der Lösungen. Alle Lehrveranstaltungen des Moduls werden in englischer Sprache abgehalten.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Festkörperkontinuumsmechanik VO	3	2
Festkörperkontinuumsmechanik UE	2	2

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
<b>Elektrotechnik und Elektronik 2</b>		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	5	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>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 Aufgabestellungen befähigt und können eigenständig die vermittelten Methoden in den genannten Themengebieten anwenden.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsverhalten von elektrischen Maschinen, Vertiefung</li> <li>• Elektrische Messtechnik, Vertiefung</li> <li>• Grundlagen der Digitaltechnik</li> <li>• Leistungselektronische Bauelemente und Schaltungen, Vertiefung</li> <li>• Elektrische Antriebstechnik, Vertiefung</li> <li>• Anwendungen aus der Praxis</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Theoretische und praktische Grundkenntnisse der Mathematik und Physik sowie aus dem Pflichtbereich Elektrotechnik und Elektronik.		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>Vortrag über die theoretischen Grundlagen und Methoden der genannten Themengebiete sowie Illustration der Anwendung derselben an praxisorientierten Beispielen. Schriftliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen und praktisches Anwenden an illustrativen Versuchsaufbauten.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Vertiefung Elektrotechnik und Elektronik für MB und WIMB VO	2	1,5
Elektrische Antriebstechnik für MB und WIMB VO	2	1,5
Elektrotechnik und Elektronik für MB und WIMB UE	1	1

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Thermodynamik 2

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

5

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Der 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.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

Höhere Thermodynamik und Thermochemie:

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

Angewandte Thermodynamik 2:

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

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

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 für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
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.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Thermodynamik in der Energietechnik VO	3	2
Thermodynamik in der Energietechnik UE	2	2

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Wärmeübertragung		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	5	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
Die Studierenden kennen die Theorie der erzwungenen Konvektion, natürlichen Konvektion, Phasenumwandlungen (Erstarren, Kondensieren), des Strahlungsaustausches und die Grundgleichungen der Wärmeübertragung (in strömenden und strahlenden Fluiden).		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erzwungene Konvektion</li> <li>• natürliche Konvektion</li> <li>• Phasenumwandlungen (Erstarren, Kondensieren)</li> <li>• Strahlungsaustausch</li> <li>• Grundgleichungen der Wärmeübertragung (in strömenden und strahlenden Fluiden)</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
Es werden 3 Kurztests zum jeweils aktuellen Stoff (30 Minuten Arbeitszeit, Ein kleines Beispiel + Grundfragen) und ein Haupttest (90 Minuten Arbeitszeit) über den Gesamtstoff am Ende des Semesters durchgeführt. Für jeden Kurztest werden 6 Punkte vergeben für den Haupttest 18 Punkte. Gewertet werden die beiden besten Kurztests und der Haupttest. Für den Haupttest wird ein Wiederholungstermin angeboten.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Wärmeübertragung VU	5	3

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
<b>Höhere Festigkeitslehre</b>		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	5	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>Kenntnisse der Theorie der unten genannten Themengebiete der Festigkeitslehre, Verständnis der Verformung und Beanspruchung von Tragwerken, Anwendung von Näherungsverfahren zur Abschätzung des Lösungsverlaufs.</p> <p>Fähigkeit, mechanische Modelle von Bewegungsvorgängen und Konstruktionen aufzustellen, deren Verhalten zu beschreiben und auch zahlenmäßig zu berechnen.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torsion des geraden Stabes mit beliebiger Querschnittsform (dünnwandige Querschnitte, Schubmittelpunkt, Wölbkrafttorsion)</li> <li>• Dünnwandige rotationsymmetrische Flächentragwerke (Platten und Schalen)</li> <li>• Variationsprinzipien,</li> <li>• Näherungsverfahren (Ritz, Galerkin, Averaging)</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<p>Grundkenntnisse der Mechanik, speziell des 3-dimensionalen Kontinuums (Verzerrungstensor, Spannungstensor, Materialgleichungen), Linearisierte Elastizitätstheorie, Bewegungsgleichungen nach Lagrange.</p> <p>Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen.</p> <p>Fähigkeit zur Formulierung und Lösung angewandter Fragestellungen aus den verschiedenen Bereichen der Mechanik.</p>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an (ingenieurwissenschaftlichen) Beispielen. Schriftliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Höhere Festigkeitslehre VU	5	4

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Werkstofftechnologie		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	5	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
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.		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung und Bedeutung der Mikrostruktur von Werkstoffen für den Werkstoffeinsatz.</li> <li>• Werkstoffkundliche Vorgänge bei der Werkstoffverarbeitung (thermisch, mechanisch etc.).</li> <li>• Typische Herstellverfahren für Strukturwerkstoffe von der Rohstoffgewinnung bis zum Einstellen der mechanisch-technologischen Eigenschaften des Endprodukts.</li> <li>• Typische konstruktive Werkstoffe/Werkstoffgruppen und deren Einsatzgebiete in ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen.</li> <li>• Werkstoffprüfung: ZTU/Jominy, Gefüge von Kunststoffen(DMA, DSC+Erstarrung), Keramikbiegeversuch</li> <li>• Rohstoffgewinnung</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
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 für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
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 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.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Werkstofftechnik der Stähle VO	2	1,5
Ingenieurwerkstoffe VO	2	1,5
Werkstoffprüfung 2 LU	1	1

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Simulationstechnik

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

5

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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/oder ACSL) und von graphischen Simulatoren (Simulink, DYMOLA, 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 dynamische/technischen Systemen. Basiswissen zu weiterführenden Themen der Simulationstechnik. Kommunikation bei der Bearbeitung von Problemstellungen im Team, Diskussion und Präsentation von Ergebnissen und Lösungsvorschlägen.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

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

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

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 für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

<p>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.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Kontinuierliche Simulation VO	3	2
Kontinuierliche Simulation UE	2	2

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Virtuelle Produktentwicklung		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	5	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>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 praktische Fertigkeiten zur Bedienung von entsprechenden IT-Systemen und die Fähigkeit zur Anpassung der Systeme auf unternehmensspezifische Gegebenheiten. Folgende Fertigkeiten und Kompetenzen werden besonders gefördert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedienung von Standard-Softwaresystemen im Umfeld der Virtuellen Produktentwicklung</li> <li>• Querschnittskompetenz, andere Domänen der Produktentwicklung wie Elektrotechnik oder Informatik mit einzubeziehen</li> </ul>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklungsprozess und Prozesssteuerung</li> <li>• Modellierung von Funktions- und Wirkstrukturen</li> <li>• Methoden des Systems Engineering</li> <li>• Produktkonfiguration und regelbasierte Abbildung von Produktwissen</li> <li>• IT-Verfahren für die frühen Phasen der Produktentwicklung</li> <li>• Techniken und Werkzeuge der Virtuellen Produktentwicklung (Berechnung, Simulation, DMU, FMU)</li> <li>• High End Visualisierung, Virtual und Augmented Reality in der Produktentwicklung</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Grundlagenwissen in den Bereichen Konstruktionslehre und CAD		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
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.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Virtuelle Produktentwicklung VO	3	2
Virtuelle Produktentwicklung UE	2	2

Anhang: Modulgruppe Vertiefungsmodule:

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Energietechnik – Wärmetechnische Anlagen I & II		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung, Geschichtliche Entwicklung und Typologie der Dampferzeuger-Bauarten</li> <li>• Gegenwärtig gebaute Anlagen (Naturumlauf, Zwangdurchlauf, Sonderanlagen, ...)</li> <li>• Anwendungskriterien, Betrieb, Regelverhalten und Teillastverhalten,</li> <li>• Feuerungen (Rost-, Staub-, Wirbelschichtfeuerung, Brenner für Flüssig-, Gas- und Staubbrennstoffe)</li> <li>• Verbrennungsrechnung, Brennstoff-Kenngrößen</li> <li>• Wärmetechnische Berechnung1: Wirkungsgrad, Verluste, Wärmebilanz</li> <li>• Wärmetechnische Berechnung2: Feuerraumberechnung, Wärmeübergang an Heizflächen, Umlauf, Druck- und Zugverluste)</li> <li>• Konstruktion: Abscheider, Kühler, Rauchgasrezirkulation, Rohrwände, Bandagen, Abscheideeinrichtungen</li> <li>• Grundlagen der Nukleartechnik (Druckwasser-R., Siedewasser-R., Schneller Brüter, Candu, moderne Entwicklungen)</li> <li>• Vertiefung der oben genannten Bauarten, Konstruktionsprinzipien, Berechnungsmethoden und Auslegungskriterien</li> <li>• Werkstoffe und Fertigung</li> <li>• Betriebsverhalten (An- und Abfahren von Kraftwerken), Korrosion, Erosion, Wasserchemie, Bauteil-Ermüdung</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagenkenntnisse auf den Gebieten Thermodynamik und Strömungslehre</li> <li>• Grundkenntnisse der Chemie, speziell Verbrennung</li> </ul>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>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.</p> <p>Die Vorlesungen werden durch schriftliche 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.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Wärmetechnische Anlagen 1 VO	3	2
Wärmetechnische Anlagen 1 UE	2	2
Wärmetechnik LU	2	2
Wärmetechnik SE	2	2
Wärmetechnische Anlagen 2 VO	3	2
Modellierung und Simulation wärmetechnischer Prozesse VO	2	2

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Energietechnik – Thermische Turbomaschinen I & II		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>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.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über die grundsätzliche Funktionsweise und die Bauformen der thermischen Turbomaschinen</li> <li>• thermische Auslegung der Dampfturbinen, Gasturbinen, Strahltriebwerke, Turboverdichter und Turbogebläse</li> <li>• Eigenschaften, Energieumsatz, Kennzahlen und Wirkungsgrade der Stufe</li> <li>• ebene und räumliche Strömung in der thermischen Turbomaschine und numerische Berechnungsverfahren</li> <li>• direkte und inverse Auslegung von Turbomaschinengittern</li> <li>• auftretende Verluste und Maßnahmen zu deren Reduktion</li> <li>• Ursachen und Folgen der instationären Wechselwirkung von Stator und Rotor</li> <li>• Turbulenzmodellierung, speziell für Turbomaschinenanwendungen</li> <li>• Betriebsverhalten und Regelung von Turbinen und Verdichtern</li> <li>• Festigkeit, Schwingungen, Konstruktionsfragen</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<p>Von den Studierenden werden Grundlagenkenntnisse auf den Gebieten Thermodynamik und Strömungsmechanik erwartet. Durch das Interesse am Fachgebiet der Thermischen Turbomaschinen werden ingenieurmäßiges Denken, fachübergreifendes Denken und ingenieurmäßige Kreativität gefördert.</p>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>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 kom-</p>		

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

pletten Maschinen durchgeführt.  
Die Vorlesungen werden durch schriftliche 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.

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Thermische Turbomaschinen VO	3	2
Thermische Turbomaschinen UE	2	2
Thermische Turbomaschinen LU	2	2
Numerische Strömungsberechnung von Thermischen Turbomaschinen VO	3	2
Numerische Strömungsberechnung von Thermischen Turbomaschinen VU	2	2
Thermische Turbomaschinen SE	2	2

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
<b>Energietechnik - Hydraulische Maschinen und Anlagen I &amp; II</b>		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>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 kennen lernen. In den Vertiefungsvorlesungen wird speziell auf instationäre Vorgänge der Gesamtanlage und die Besonderheiten hierzu auf das Betriebsverhalten der Maschinen eingegangen.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• grundsätzliche Funktionsweise und Bauformen der hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen</li> <li>• Fluideigenschaften und Spezifika</li> <li>• Modellgesetze und Kennzahlen</li> <li>• hydraulische Auslegung der einzelnen Turbinen- und Pumpentypen</li> <li>• Energieumsatz und Wirkungsgrade</li> <li>• Konstruktive Auslegung von hydraulischen Strömungsmaschinen</li> <li>• Kavitation, Betriebsverhalten und Regelung von Turbinen und Pumpen</li> <li>• Einführung und Vertiefung der instationären Vorgänge in hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen</li> <li>• Revitalisierung und Modernisierung von Altanlagen</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<p>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.</p>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>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.</p> <p>Die Vorlesungen werden durch schriftliche 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</p>		

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Mitarbeit.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Hydraulische Maschinen und Anlagen I VO	3	2
Hydraulische Maschinen und Anlagen I UE	2	2
Hydraulische Maschinen und Anlagen I LU	2	2
Hydraulische Maschinen und Anlagen II VO	3	2
Hydraulische Maschinen und Anlagen II UE	2	2
Hydraulische Maschinen und Anlagen II SE	2	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Energietechnik – Fortschrittliche Energieanlagen

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- 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
- Solartechnik für die Wärme-, Kälte-, und Stromproduktion
- Thermodynamische und elektrochemische Grundlagen zur Produktion von solarem Wasserstoff
- Technologien für die Produktion von solarem oder nuklearem Wasserstoff, 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 (Expected Prerequisites)

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

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>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.</p> <p>Die Vorlesungen werden durch schriftliche 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.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Fortschrittliche Energieanlagen VO	3	2
Thermodyn. fortschrittl. und alternat. Verfahren der Energie-wandlung VU	3	2
Fortschrittliche und alternative Energieanlagen SE	3	2
Fortschrittliche und alternative Energieanlagen LU	2	1
Einführung in die Solartechnik VO	3	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Energietechnik – Aspekte und Anwendungen

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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 Konzeptionieren und Halten von Vorträgen über wissenschaftliche Inhalte erlernt und geübt.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Messmethoden und Messgeräte für hydraulische Anlagen, Versuchstechnik (Pumpen, Turbinen)
- Messregeln und Vorschriften bei Abnahmemessungen
- Eigenschaften und Arten von Hydraulikflüssigkeiten; Hydrostatische Antriebe; Steuerung und Ventile; Filter und Filtrationstechnik; Projektierung von Hydrosystemen
- 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

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

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

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>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.</p> <p>Die Vorlesungen werden durch schriftliche 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.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Ausgewählte Aspekte der Energietechnik SE	2	2
Hydraulische Mess- und Versuchstechnik VO	3	2
Hydraulische Mess- und Versuchstechnik UE	2	2
Ölhydraulik VO	3	2
Maschinendiagnostik und Instandhaltung hydr. Maschinen und Anlagen VO	2	2
Moderne Entwicklungstendenzen bei thermischen Turbomaschinen VO	3	2
Numerische Prozesssimulation von therm. Energieanlagen VU	2	2
Konstruktion und Berechnung wärmetechnischer Anlagen UE	2	2
Umweltschutz bei thermischen Energieanlagen VU	3	2
Lüftungs- und Klimatechnik VO	3	2
Innovative Gebäudetechnische Systeme VU	2	2
<p>Das Seminar „Ausgewählte Aspekte der Energietechnik“ ist verpflichtend zu absolvieren. 2 der 5 angebotenen Themenschwerpunkte zu 5 ECTS sind zu absolvieren. Die restlichen 2 ECTS können aus allen Modulen der Energietechnik („Energietechnik - ...“) des Masterstudiums Maschinenbau gewählt werden.</p>		

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Rehabilitationstechnik (Rehabilitation Engineering)

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- 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 (Expected Prerequisites)

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

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

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

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Rehabilitationstechnik VO	3	2
Prothetik VO	3	2
Technische Wiederherstellung von Körperfunktionen durch funktionelle Elektrostimulation VU	3	3
Rehabilitationstechnik LU	2	2
Rehabilitationstechnik SE	3	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Produktentwicklungsmethodik und Ecodesign

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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 werden befähigt, effektiv mit Softwarewerkzeugen aus den Bereichen Ecodesign und Product Lifecycle Management umzugehen.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

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 (Expected Prerequisites)

Grundlegende Kenntnisse in der Konstruktionslehre und CAD

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
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 bewertet. Mündliche und schriftliche Prüfung.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung VO	3	2
Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung UE	2	2
Produktentwicklung, Innovation und ECO-Design VO	3	2
ECO-Design Seminar SE	3	2
Product Lifecycle Management VU	3	3

<b>Modulbeschreibung (Module Descriptor)</b>		
Name des Moduls (Name of Module):		
<b>Angewandte Maschinenelemente I &amp; II</b>		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschung typischer Maschinenkonstruktionen und Berechnungsaufgaben</li> <li>• Vertiefung des konstruktiven Wissens über Maschinenkonstruktionen und der Kenntnisse über Maschinenelemente, die in der Grundlagen-LVA vermittelt wurden</li> <li>• Methodisch sinnvolle Umsetzung von Maschinenkonstruktionen mit 3D-CAD Systemen und Anwendung rechnergestützter Auslegungs- und Nachweisverfahren</li> <li>• Erlernen und Üben wichtiger und verbreiteter EDV-Programmpakete zur Berechnung von Maschinenelementen und Konstruktionen</li> <li>• Erlernen und Üben der Optimierung von Maschinenelementen und Konstruktionen</li> <li>• Praxisnahe Wissensvermittlung für das Gebiet der Drucklufttechnik unter Anwendung von aktuellen Firmenunterlagen.</li> </ul>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wichtige Auslegungs- und Nachweisverfahren sowie wichtige EU-Richtlinien, CE-Kennzeichnung</li> <li>• Stoffschlüssige Verbindungen</li> <li>• Ketten</li> <li>• Kupplungen</li> <li>• Bremsen</li> <li>• Schneckengetriebe und ISO-Getriebeberechnung</li> <li>• Maschinenakustik</li> <li>• Hydraulik</li> <li>• Kostenfragen in der Konstruktion</li> <li>• EDV-Programmpakete Einarbeitung und Anwendung</li> <li>• Systematischer Vorgehensweise beim Aufbau von 3D-Geometriemodellen</li> <li>• Verwendung von Skelettgeometrien</li> <li>• History-based und history-free Modellierung</li> <li>• Freiformmodellierung</li> <li>• Fertigungsgerechte Vorgehensweise bei der Erstellung von Modellen</li> <li>• Steuerung von Modellen über Parameter</li> <li>• Strukturierung und Aufbau von Baugruppen sowie dynamische Positionierung und Analyse</li> </ul> <p>Grundlagen der Druckluft, Einsatzbereich der Druckluft, Druckluftherzeuger, Regelung von Kompressoren, Druckluftaufbereitung, Kondensatentsorgung, Druckluftbedarf, Größenbestimmung der Kompressorstation, Druckluftnetz, Betriebsraum, Wärmerückgewinnung, Schall in der Drucklufttechnik, Kosten der Druckluft, Normen, Bezeichnungen.</p>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse der Grundlagen der Maschinenelemente und Konstruktionslehre inklusive CAD</li> </ul>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
Vorträge, E-Learning, eigenständige Konstruktions- und Rechenübungen. Schriftliche und mündliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Angewandte Maschinenelemente VU	2	1,5
Angewandte Maschinenelemente Rechenübung UE	3	3
Methodik der 3D-CAD Konstruktion VU	2	2
Maschinenelemente Vertiefung VO	3	2
Maschinenelemente Vertiefung UE	4	4
oder		
Spezielle Maschinenelemente VO	3	2
Spezielle Maschinenelemente UE	4	4

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Technische Logistik		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>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.</p> <p>Vermittlung von Grundwissen über den logistischen außer- und innerbetrieblichen Einsatz (Makro- und Mikrologistik - Materialflusstechnik) von Transport- und Fördergeräten und Systemen der Lagertechnik.</p> <p>Vermittlung der Grundlagen der diskreten Simulation zur Lösung von Problemen der Materialflusstechnik (Planungsmethoden, Daten- und Systemorganisation, Modellierung und statistische Auswertung).</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastaufnahmemittel</li> <li>• Seil-, und Kettentriebe</li> <li>• Hub-, Fahrwerke, Wipp- und Drehwerke</li> <li>• beispielhafte Behandlung von einigen Fördergeräten (Funktionsweise, konstruktive Gestaltung, wirtschaftliche Auslegung)</li> <li>• hydrodynamische Antriebselemente</li> <li>• elektrische und hydrostatische Antriebe</li> <li>• Verkehrstechnik: Transportmittel, integrierte Transportketten, Umschlagtechnik,</li> <li>• Fördertechnik: Fördermittel (Stetig- und Unstetigförderer)</li> <li>• Materialflusssysteme: Elemente der Materialflusstechnik, deren Abbildung, Unterbrechung des Materialflusses, Verfügbarkeit, etc. Lagertechnik: für Stück- und Schüttgut</li> <li>• Grundlagen diskreter Simulation und deren praktische Anwendung</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Grundlagen der Maschinenelemente und Konstruktionslehre		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>Vortrag über die theoretischen Grundlagen und Methoden der genannten Themengebiete sowie Illustration der Anwendung derselben an praxisorientierten Beispielen. 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.</p>		

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Förder- und Transporttechnik VO	3	2
Förder- und Transporttechnik Konstruktionsübung UE	4	4
Technische Logistik VO	3	2
Materialflusssimulation VO	2	2
Materialflusssimulation UE	2	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Getriebetechnik

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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. Studierende lernen exemplarisch die vorgeschriebene theoretische und experimentelle Qualifikation von Luftfahrtgetrieben und Antriebskomponenten anhand der praktischen Durchführung von typischen Versuchen an Luftfahrtgetrieben unter Beachtung luftrechtlicher Vorschriften. Sie sind durch selbstständige Bearbeitung von Konstruktions-, Berechnungs- und Entwicklungsaufgaben in der Lage, Getriebe unter Beachtung entsprechender Vorschriften und Auslegungsrichtlinien zu konstruieren.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Kegelradverzahnungen, Planetenradverzahnungen
- Werkstoffe für Verzahnungen und Gehäuse
- Wälzlager und Lagerungen für hohe Drehzahlen
- Mehrfach gelagerte Wellen
- Freiläufe und Abdichtungen
- Schmierung und Schmierstoffe
- Typische Luftfahrtgetriebe (Hubschraubergetriebe, Hilfsgerätegetriebe, Flap- und Slat-Aktuatoren,
- Triebwerksgetriebe, Geared Turbofan (GTF), Antriebssysteme für Tiltrotor-/Tiltwinganwendungen.
- Grundlagen der Durchführung von Versuchen an Luftfahrtgetrieben.
- Gesetzliche Vorschriften zur Durchführung von Entwicklungsversuchen an Luftfahrtgetrie-

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

- Kenntnisse der Maschinenelemente und selbstständig durchgeführte Konstruktionsaufgabe

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

Vorlesungen, praktische Laborübungen, selbstständig durchgeführte Berechnungsübungen, Seminar- und Projektarbeiten, Sonderveranstaltungen mit der Behandlung aktueller Themen, Exkursionen, Vorträge von Vertretern der Industrie und der (Zulassungs-) Behörden. Ausarbeitung, Präsentation und Diskussion eines Vortrages über ein gemeinsam mit dem Betreuer gewähltes Thema über Luftfahrtgetriebe, Selbstständige Bearbeitung einer Konstruktions- Berechnungs- oder Entwicklungsaufgabe. Anwendung branchentypischer Entwicklungs- und Berechnungswerkzeuge.

Die Lehrveranstaltungsbeurteilung erfolgt auf Basis schriftlicher und/oder mündlicher Prüfungen sowie Beurteilung der selbstständig durchgeführten Getriebekonstruktion.

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Luftfahrtgetriebe VO	3	2
Luftfahrtgetriebe LU	3	3
Luftfahrtgetriebe SE	3	2
Luftfahrtgetriebe Konstruktionsübung UE	5	5

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Fördertechnik I & II

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Vermittlung der konstruktiven Gestaltungskriterien der wichtigsten Fördermittel und deren Bauelemente. Es soll die Fähigkeit erworben werden, sowohl im Bereich Anlagenbau Stetigförderer innerhalb komplexer Anlagen funktionsgerecht und leistungsgerecht einplanen zu können, als auch in der Konstruktion und Weiterentwicklung von Stetigförderern arbeiten zu können. 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 grundlegender Kenntnisse auf dem Gebiet des Seilbahnbaues mit besonderer Berücksichtigung der Personenseilbahnen. Befassung mit speziellen Problemen der Fördertechnik

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Berechnungsgrundlagen
- Bauteile von Stetigförderern
- Stetigförderer - Bautypen
- Tragkonstruktionen
- Durchführung von statischen und dynamischen Messungen an Bauteilen der Fördertechnik
- Krane
- Lasten- und Personenaufzüge
- Hängebahnen
- Flurförderzeuge, FTS
- Regal und Regalbediengeräte
- Seilbahnsysteme insbesondere für Personentransport

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

- Grundlagen der Mechanik und Festigkeitslehre

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

Vortrag über die theoretischen Grundlagen der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an (ingenieurwissenschaftlichen) Beispielen. Schriftliche und mündliche Prüfung.

Bewertung des Seminar-Vortrages. Bei der schriftlichen Prüfung ist ein typisches numerisches Beispiel zu lösen. Dabei soll das Verständnis für die grundsätzliche Auslegung der Kenndaten eines Stetigförderers überprüft werden. Durch mündliche Fragestellung werden die Kenntnisse des in den Vorlesungen Stetigförderer und Tragwerkslehre gebrachten Stoffes überprüft. Erstellung von Messberichten und Präsentation der Ergebnisse.

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Stetigförderer VO	2	1,5
Tragwerkslehre VO	3	2
Fördertechnik Laborübungen LU	2	2
Konstruktion der Fördermittel VO	3	2
Seilbahnbau VO	2	1,5
Fördertechnik Seminar mit Exkursion SE	2	1,5

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Schienenfahrzeugbau

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- 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 (Expected Prerequisites)

- Grundlegende Kenntnisse aus Konstruktionslehre und Maschinenelemente

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

Vortrag über die Grundlagen des Schienenfahrzeugbaus und Lösung ausgewählter Rechenbeispiele. 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, Zielen sowie Ergebnissen der Messungen.  
Beurteilung der Entwurfskonstruktion eines Schienenfahrzeuges bzw. einer Großkomponente und der zugehörigen Berechnungen.

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Schienenfahrzeugbau VO	3	2
Schienenfahrzeugbau SE	3	2
Schienenfahrzeugbau UE	1	1
Schienenfahrzeugbau LU	2	2
Schienenfahrzeugbau Konstruktionsübung UE	5	5

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
<b>Apparate- und Anlagenbau</b>		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>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.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorschriften, Werkstoffe, Herstellung, Prüfung und Überwachung von Druckgeräten</li> <li>• Festigkeitsberechnung von Druckgeräten nach entsprechenden Regelwerken</li> <li>• Anwendung der Finite Elemente Methode für den Festigkeitsnachweis</li> <li>• Betrachtung konstruktiver Elemente und spezieller Druckgeräte wie Rohrleitungen, Armaturen und Wärmetauscher.</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technisches Zeichnen, Mechanik und Werkstoffe. Grundlagenkenntnisse auf dem Gebiet der Strömungslehre und Thermodynamik.</li> </ul>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>Vortrag mit animierten Folien unter Einbeziehung von Beispielen und Anschauungsmodellen, E-Learning - Tests mit Fragen und Beispielen, Konstruktionsübung, Übungen am Computer mit entsprechender Software.</p> <p>Die Leistungsbeurteilung kann durch schriftliche und/oder mündliche Prüfung, Hausübungen, Tests, Anwesenheit und Mitarbeit erfolgen.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Grundlagen des Apparate- und Anlagenbaus VU	4	3
Apparatebau VO	3	2
Apparatebau Konstruktionsübung UE	4	4
Druckgeräte - Modellbildung und Bewertung VU	3	3

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Werkstoffeinsatz I & II

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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 anwendungs-orientiertem Wissen über einzelne Methoden der Werkstoffdiagnostik.

Durch Üben gewonnene Praxis im anwendungsorientierter 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.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Übertragung der Bauteilfunktionsanforderungen auf Gebrauchseigenschaften und Kennwerte von Konstruktionswerkstoffen
- Erstellen von Anforderungskombinationen - Gebrauchsparemeter
- 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
- $K_{IC}$ -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 (Expected Prerequisites)

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 für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>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.</p> <p>Leistungskontrolle durch schriftliche 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.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Werkstoffauswahl VO	3	2
Light Metals VO	3	2
Werkstoffkreislauf VU	2	2
Betriebsfestigkeit SE	2	2
Bruchmechanik LU	2	2
Werkstoffdiagnostik VU	2	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Werkstoffverarbeitung

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Die derzeit kommerziell generativen Fertigungsverfahren werden kurz vorgestellt. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren werden beschrieben. Anhand von praktischen Fallbeispielen werden Probleme hinsichtlich werkstofflicher und geometrischer Anforderungen diskutiert und Lösungen erarbeitet. 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 bio-inspirierte 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 (Expected Prerequisites)

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 für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
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 Literatarbeit nach wiss. Methoden zu bearbeiten. Am Ende der LVA findet eine Präsentation statt, bei der die Ergebnisse der Literatarbeit vorgestellt werden sollen. Mögliche Seminarthemen werden bei der Vorbesprechung bekanntgegeben. Exkursion (Anwesenheitspflicht). Mitarbeit während der Exkursion.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Kunststofftechnik VO	3	2
Additive Manufacturing Technologies VU	2	2
Werkstoffverarbeitung SE	2	2
Biomaterials VO	3	2
Biokompatible Werkstoffe VO	3	2
Werkstoffverarbeitung EX	1	1

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Werkstoffanwendung

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Übersicht über die klassischen und modernen Fügeverfahren, mit Fokus auf den stoffschlüssigen Verfahren und einer Vertiefung der Schweißverfahren. Kennenlernen der erforderlichen Ausrüstungen. Wissen über Anwendungsmöglichkeiten und Risiken der einzelnen Verfahren. Verständnis der mikrostrukturellen Vorgänge und Mechanismen beim Schweißen und deren Auswirkung auf Konstruktion und Auslegung. Kenntnis typischer Schäden an Werkstoffen und Bauteilen. Erlernen von Methoden zur Ermittlung der Schadensursachen. Maßnahmen zur Vermeidung der Schädigung. Grundlegendes Wissen über Korrosionsvorgänge und deren Auswirkungen auf das Verhalten metallischer Werkstoffe in der Anwendung. Kenntnisse der grundlegenden Konzepte der Oberflächentechnik. Erfahrungen mit Methoden der Oberflächenmodifizierung. Kenntnisse der wichtigsten Werkstoffe für die Oberflächenbeschichtung (dünne Filme, organische und keramische Schichten), insbesondere bei metallischen Werkstoffen. Es werden die Grenzen der Einsetzbarkeit und die Möglichkeiten der Vermeidung von betriebsbedingtem Versagen dieser Werkstoffe aufgezeigt.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- 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).
- 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 (Expected Prerequisites)

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 für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
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 Prüfung bzw. Tests und Protokolle zu den Übungsteilen. Leistungskontrolle durch regelmäßige Hausübungen, Tafelleistung, Tests möglich.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Fügetechnik VO	3	2
Oberflächentechnik VO	3	2
Korrosion VU	3	3
Schadensanalyse VU	3	2
Computereinsatz in der Werkstofftechnik VU	2	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Lasergestützte Fertigung

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Ausformulierte Bildungsziele

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 erarbeitet theoretische Wissen an Hochleistungslaseranlagen für die Materialbearbeitung erprobt werden.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- 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 (Expected Prerequisites)

- Physikalische Grundlagen der Lasertechnik

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

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 mündliche Beurteilungen. Soweit anwendbar werden auch Methoden des E-Learnings zur erweiterten Leistungsbeurteilung herangezogen. Die Mitarbeit der Studenten und das Erreichen von Vorgaben werden im Bereich der Übungen zur Beurteilung eingesetzt.

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Laserbearbeitungstechnik VO	3	2
Lasersystemtechnik VO	3	2
Präzisionsbearbeitung VO	3	2
Lasergeräte SE	3	2
Laborübungen Lasertechnik UE	2	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Fertigungssysteme I & II

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Vermeehrt 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.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Geometrie und Kinematik der Zerspanung, 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
- Hochgeschwindigkeitszerspanung und Mikrozerspanung
- 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

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufacturing Execution Systems (Feinplanung, Auftragssteuerung, Auftragsdatenerfassung, ISA-95)</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der Fertigungsverfahren nach DIN 8580</li> <li>• Grundlagen der Statik, Grundbegriffe der Schwingungslehre und Maschinenelemente</li> </ul>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
Vortrag. Schriftliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Einüben des Gelernten durch selbstständige Auslegung eines Fertigungssystems und Ermittlung von Prozessparametern im Labor.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Spanende Fertigung und Umformtechnik VO	3	2
Industrielle Fertigungssysteme VO	3	2
Industrielle Fertigungssysteme UE	1	1
Auslegung von Werkzeugmaschinen VO oder	3	2
Roboter: Berechnung und Simulation VO	3	2
Fertigungstechnik SE	3	2
Zerspanungstechnisches Labor LU	1	1

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
<b>Fertigungsmesstechnik</b>		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
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.		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen und Prüfungen zur Geometrischen Produkt-Spezifikation und -Verifikation (GPS)</li> <li>• Werkstückspezifikation</li> <li>• Produktionsmesstechnik</li> <li>• Grundlagen des Qualitätsmanagements</li> <li>• Geometrische Überprüfung von Werkzeugmaschinen</li> <li>• Längenmessprobleme in der NC-Fertigung</li> <li>• Anwendung der Laserinterferometrie</li> <li>• Ermittlung der Positioniergenauigkeit</li> <li>• Einfluss der Umgebungsbedingungen</li> <li>• Überprüfung von Parallelität und Rechtwinkeligkeit</li> <li>• Anwendung von Prüfkörpern</li> <li>• Maschinen- und Prozessfähigkeit</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
Vortrag. Schriftliche Prüfung mit Theoriefragen. Einüben des Gelernten durch selbstständige Durchführung von Mess- und Überprüfungsaufgaben im Labor.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Produktionsmesstechnik VO	3	2
Produktionsmesstechnik LU	2	2
Koordinatenmessmaschinen LU	2	2
Überprüfung von Fertigungseinrichtungen VO	2	1,5
Überprüfung von Fertigungseinrichtungen LU	2	2
Produktionsmesstechnik SE	3	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Fertigungsautomatisierung

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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. Sie haben sich wahlweise in der methodische Vorgangsweise bei der Auslegung der Steuerung von komplexen flexiblen Systemen oder der IT-gestützten Planung und Steuerung von Fertigungsprozessen vertieft.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- 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)
- Konzepte und Methoden bei der Auslegung von flexiblen Systemen oder
- IT-gestützte Planung und Steuerung von Fertigungsprozessen

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

Vortrag. Schriftliche Prüfung mit Theoriefragen und konkreten Aufgabenstellungen. Einüben des Gelernten durch selbstständige Programmierung von NC-Maschinen im Labor.

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Automatisierungs- und Steuerungstechnik VO	3	2
SPS: Programmierung und Kommunikation VO	3	2
Programmierung von Werkzeugmaschinen LU	2	2
Fertigungssysteme SE	3	2
Flexible Systeme VO oder	3	2
Einsatz von PPS- und Leitsystemen VO	3	2

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Kraftfahrzeugtechnik I & II		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>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.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegender Überblick über das Gebiet der Kraftfahrtechnik und des -baus</li> <li>• Grundlagen Fahrmechanik</li> <li>• Fahrzeugbaugruppen</li> <li>• Sicherheit im Kraftfahrzeug</li> <li>• Fahrzeugzuverlässigkeit und Wartungszustand</li> <li>• Wechselwirkung Fahrzeug - Straße</li> <li>• Alternative Transportkonzepte</li> <li>• Vertiefung im Bereich Fahrmechanik: Charakteristische Eigenschaften verschiedener Radaufhängungs-Systeme, Abstimmungsmöglichkeiten, Einfluss durch Parameter-Variation auf die Fahrdynamik</li> <li>• Fahrzeugbaugruppen: Reifen, Tragwerk, Fahrwerk, Triebwerk, Aggregate, Aufbauten, Fahrerhaus. Motoren, Getriebe, Bremsen, Retarder, Antriebssysteme, Baukastensysteme</li> <li>• Fahrzeugkonzepte von LKWs und Omnibussen</li> <li>• Gesetzliche Vorschriften, Abgas- und Geräuschemission, Kraftstoffe</li> <li>• Auslegung: Maße und Gewichte, Leistungsbedarf, Kraftstoffverbrauch, Motorenkennfelder, Fahrleistung</li> <li>• Betriebsbesichtigungen</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagenkenntnisse der Mechanik, Maschinendynamik, Maschinenelemente</li> <li>• Fähigkeit z. Lösung angewandter Fragestellungen der genannten physikalischen Grundlagen.</li> <li>• Kenntnisse der englischen Sprache.</li> <li>•</li> </ul>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorträge über die theoretischen Grundlagen und die relevanten Berechnungs- und Experimentalmethoden</li> <li>• Präsentation von Ausführungsbeispielen, Trends basierend auf aktuellen internationalen Forschungsprojekten</li> <li>• Skripten stehen zur Verfügung</li> <li>• Vorlesungen mit schriftlicher oder mündlicher Prüfung zur Theorie, der zugrundeliegenden Methodik und ingenieurwissenschaftlichen Anwendung</li> <li>• Anwendung der Erkenntnisse in Labor- sowie Berechnungsübungen unter Einsatz modernster Ausstattung</li> <li>• Manifestieren des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen auf Basis von selbstgemessenen Daten</li> <li>• Übungen mit immanentem Prüfungscharakter und abschließendem Protokoll</li> <li>• Anwendung und Übung der experimentellen und berechnungstechnischen Methoden anhand aktueller Forschungsprojekte</li> <li>• Seminararbeiten mit Vortrag gemäß internationalem wissenschaftlichem Präsentationsstandard</li> </ul>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
KFZ-Technik VO	3	2
KFZ-Technik LU	2	2
Alternative Fahrzeugkonzepte und Komponenten VO	2	2
KFZ-Technik UE	4	3
KFZ-Technik SE	1,5	1
Design of Automotive Suspension Systems VO oder	1,5	1,5
Nutz- und Sonderfahrzeuge VO	1,5	1,5

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Kraftfahrzeugantriebe I & II		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>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.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Energiewandlung</li> <li>• Grundlagen und Kenngrößen von Verbrennungsmotoren</li> <li>• Verbrennungstechnische und reaktionskinetische Grundlagen</li> <li>• Brennverfahren und Arbeitsprozesse</li> <li>• Triebwerksdynamik und Komponenten</li> <li>• Grundlagen der Aufladung</li> <li>• Energieeinsatz, Kraftstoffe</li> <li>• Emissionen, Lärm, Gesetze</li> <li>• Grundlagen von alternativen Antriebssystemen</li> <li>• Hybrid und Elektroantriebe, Brennstoffzellen</li> <li>• Antriebsstrangmanagement</li> <li>• Vertiefung der Kenntnisse hinsichtlich der Funktion, der Konstruktion und des Betriebes von Verbrennungskraftmaschinen und deren Auswirkungen auf Mensch, Umwelt und Wirtschaft</li> <li>• Berechnungs- und Validierungsmethoden für die innermotorisch ablaufenden Prozesse</li> <li>• Thermodynamische Auslegung von Verbrennungsmotoren</li> <li>• Messtechnik, Experimental- und Berechnungsmethoden für die Optimierung von thermodynamischen Prozessen</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagenkenntnisse der Thermodynamik, Strömungsmechanik, Maschinendynamik, Messtechnik und Elektrotechnik.</li> <li>• Fähigkeit zur Lösung angewandter Fragestellungen der genannten physikalischen Grundlagen</li> <li>• Kenntnisse der englischen Sprache.</li> </ul>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorträge über die theoretischen Grundlagen und die relevanten Berechnungs- und Experimentalmethoden</li> <li>• Präsentation von Ausführungsbeispielen, Trends basierend auf aktuellen internationalen Forschungsprojekten</li> <li>• Skripten stehen zur Verfügung</li> <li>• Vorlesungen mit schriftlicher oder mündlicher Prüfung zur Theorie, der zugrundeliegenden Methodik und ingenieurwissenschaftlichen Anwendung</li> <li>• Anwendung der Erkenntnisse in Labor- sowie Berechnungsübungen unter Einsatz modernster Ausstattung</li> <li>• Manifestieren des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen auf Basis von selbstgemessenen Daten</li> <li>• Übungen mit immanentem Prüfungscharakter und abschließendem Protokoll</li> <li>• Anwendung und Übung der experimentellen und berechnungstechnischen Methoden anhand aktueller Forschungsprojekte</li> </ul>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
KFZ-Antriebe VO	3	2
KFZ-Antriebe LU	2	2
Alternative Antriebe VO	2	2
KFZ-Antriebe UE	4	3
KFZ-Antriebe SE	1,5	1
KFZ-Antriebe Vertiefung VO	1,5	1,5
oder Prozessrechnung und thermodyn. Auslegung von Verbrennungsmotoren VO	1,5	1,5

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Automobil, Energie und Umwelt		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>Die Vision des Moduls lautet „Zero Emission“ – Keine schädlichen Abgas- und Lärmemissionen von Kraftfahrzeugen. Es werden wissenschaftliche und technologische Methoden für die Forschung, Entwicklung und Validierung energieeffizienter und emissionsfreier Fahrzeugantriebe vermittelt. Dies ist die Vorbereitung sowohl für die wissenschaftliche Karriere als auch die Ingenieurstätigkeit bei Firmen und Konsulenten. Im Vordergrund steht eigenständiges Erarbeiten von technologischen Lösungen für die genannten Ziele, die Überleitung der Technologien in die Ingenieurpraxis 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 Sozialkompetenz vermittelt.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnungs- und Validierungsmethoden für die globale und lokale Umweltrelevanz von Fahrzeugen. Bilanzierung und Trendanalysen von Energieträgern und Emissionen.</li> <li>• Experimental- und Berechnungsmethoden für die Optimierung der Abgasemissionen und Klimarelevanz von Fahrzeugantrieben.</li> <li>• Mess- und Berechnungsmethoden für die akustische Optimierung des Systems Fahrzeug, Reifen, Fahrbahn.</li> <li>• Umwelteffekt alternativer Antriebstechnologien und Kraftstoffe wie Elektroantrieb, Brennstoffzelle, Wasserstoff, Methan und Biokraftstoffe.</li> <li>• Internationale gesetzliche Bestimmungen und Regelwerke.</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<p>Grundlagenkenntnisse der Fahrzeugantriebe, Reaktionskinetik, Strömungsmechanik, Maschinendynamik und Messtechnik. Fähigkeit zur Lösung angewandter Fragestellungen der genannten physikalischen Grundlagen. Kenntnisse der englischen Sprache.</p>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>Vorträge über die theoretischen Grundlagen und die relevanten Berechnungs- und Experimentalmethoden basierend auf aktuellen internationalen Forschungsprojekten. Ein Teil der Lehrveranstaltungen wird in englischer Sprache abgehalten. Skripten stehen in Deutsch und Englisch zur Verfügung. Anwendung der Erkenntnisse in Labor- sowie Berechnungsübungen unter Einsatz modernster Ausstattung. Manifestieren des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen. Vorlesungen mit schriftlicher oder mündlicher Prüfung zur Theorie, der zugrundeliegenden Methodik und ingenieurwissenschaftlichen Anwendung. Teilweise in Englisch. Übungen mit immanentem Prüfungscharakter und abschließendem Protokoll. Seminarar-</p>		

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

beiten mit Vortrag gemäß internationalem wissenschaftlichem Präsentationsstandard.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Abgasemissionen von Kraftfahrzeugen VO	3	2
Experimental and Calculation Methods for Emissions VO	1,5	1
Fahrzeugantriebe - Abgas und Energie LU	1,5	1
Automotive Acoustics and Noise Control VO	3	2
Kraftstoffverbrauch und Emissionen UE	2	2
Automobil und Umwelt SE	3	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

**Leichtbau I & II**

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Dieses Modul besteht aus zwei Teilen. Teil 1 des Moduls "Leichtbau" kann auch im Bachelor-Studium absolviert werden.

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.

Da Teile des Moduls in englischer Sprache durchgeführt werden, erwerben die Studierenden auch die Fähigkeit mit zumeist englischsprachiger Fachliteratur umzugehen und gewinnen Erfahrungen in Präsentationstechniken.

Studierende, die sich in dieser Vertiefung ausreichende Kenntnisse und Fähigkeiten des fortgeschrittenen Leichtbaus erworben haben, sind für die Durchführung einer Projektarbeit, in der Leichtbau eine wesentliche Rolle spielt, sehr gut gerüstet.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Anforderungen an und Maßnahmen des Leichtbaus
- Bauweisen und Konstruktionsprinzipien des Leichtbaus
- Leichtbauwerkstoffe bzw. Werkstoffverbunde und deren Verhalten
- Leichtbau-bezogene Verfahren der Spannungsanalyse
- Stabilitätsanalyse von dünnwandigen Leichtbaukonstruktionen (Stäbe, Platten, Schalen)
- Sandwichkonstruktionen
- Grundzüge der Bruchmechanik
- Klassische Plastizitätstheorie inkl. Traglastsätze
- Betriebsfestigkeit und Lebensdauer
- Fertigung einer über ein Anforderungsprofil vorgegebenen Leichtbaustruktur (Wettbewerb unter den Studierenden)

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

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

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>Alle Vorlesungen sind interaktiv gestaltet. Theoretische Darlegungen werden von Anwendungen aus der Praxis (insb. Fahrzeugbau, Flugzeugbau, Energietechnik ...) begleitet. Im Rechenübungsteil der Lehrveranstaltung „Leichtbau VU“ wird die Anwendung der Leichtbaurechenmethoden eingeübt. In der Laborübung wenden die Studierenden die theoretischen Kenntnisse beim Entwurf und der Fertigung einer Leichtbaukonstruktion direkt an und bewerten ihre Konstruktion durch Belastungsversuche bis zum vollständigen Versagen. Die Vorlesungsübung Fatigue of Structures und das Leichtbauseminar werden in englischer Sprache durchgeführt.</p> <p>Die Leistungsbeurteilung in der VU "Leichtbau" erfolgt durch Kolloquien im Rechenübungsteil und im Falle der positiven Beurteilung der Kolloquien wird mit dem Erfolg eines mündlichen Prüfungsteils eine Gesamtnote zur LVA festgelegt. In der VO Plastizitätstheorie erfolgt die Beurteilung der Leistung durch eine mündliche Prüfung, in der VU Fatigue of Structures auf Basis der Mitarbeit, eines schriftlichen Berichts zu einer gestellten Aufgabe und eines Prüfungsgesprächs, in der LU Leichtbau auf Basis der Durchführung und Dokumentation des Leichtbau-Design-Projektes, und im SE Leichtbau auf Basis der Mitarbeit, der Vortragspräsentation und des Seminarberichtes.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module) Teil 1	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Leichtbau VU	5	4
Leichtbau-Labor LU	2	2
Technische Plastizitätstheorie VO	3	2
Light Weight Structures SE (in English)	2	2
Fatigue of Structures VU (in English) oder	2	1.5
Optimaldimensionierung VO	2	1.5

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Finite Elemente Methoden in der Ingenieurspraxis I & II

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Dieses Modul besteht aus zwei Teilen. Teil 1 des Moduls "Finite Elemente in der Ingenieurspraxis" kann auch im Bachelor-Studium absolviert werden.  
Die Studierenden vertiefen sich verstärkt in die praxisgerechte Anwendung der Finiten Elemente (FE) Methoden und werden in die Lage versetzt, weitgehend eigenständig technische Problemstellungen mittels geeigneter FE-Programme zu bearbeiten. Ferner erwerben die Studierenden auch Fähigkeiten, nichtlineare Problemstellungen der Festigkeitslehre und Strukturmechanik bzw. – je nach Wahl der vertiefenden Lehrveranstaltungen – Problemstellungen aus dem Bereich gekoppelter Mehrfeldprobleme mittels FE-Methoden zu behandeln. Die Studierenden sind in der Lage reale technische Aufgaben in mathematische Modelle umzusetzen, mittels kommerzieller Programme zu lösen, die Ergebnisse zu interpretieren, erforderlichen Falls Modellverbesserungen vorzunehmen und in Form technischer Berichte zu dokumentieren. Studierende sind mit Kenntnissen und Fähigkeiten aus diesem Modul sehr gut gerüstet für die Durchführung einer Projektarbeit, in welcher der Einsatz der Methode der Finiten Elemente wesentlich ist.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Grundlagen der Modellbildung (industriell relevante Problemstellungen)
- Input-Aufbereitung (Preprocessing)
- Einsatz praxisgerechter FE-Pakete
- Postprocessing
- Vertiefende Ergänzungen (je nach Wahl der Lehrveranstaltungen):
  - Theoretische Grundlagen der nichtlinearen FE-Methoden (geometrische und materielle Nichtlinearitäten, Stabilität und Kollapsverhalten von Bauteilen,...)
  - bzw.
  - Theoretische Grundlagen der FE-Methoden für Mehrfeldprobleme (in der Sensorik und Akustik, bei piezoelektrisch-mechanischen oder elektromagnetisch-mechanischen Kopplungen..)

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

- Kenntnisse aus dem Modul "Einführung in die Finite Elemente Methoden"
- Kenntnisse aus Mechanik (insbesondere Festigkeitslehre, Dynamik)
- Kenntnisse aus Kontinuumsmechanik
- Kenntnisse aus Mathematik (insbesondere Lineare Algebra, numerische Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme)

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

<p>Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)</p>		
<p>Alle Vorlesungen sind interaktiv gestaltet. Theoretische Darlegungen werden von Anwendungen aus der Praxis begleitet. In den Übungen und Vorlesungsübungen wird die Anwendung der in den Vorlesungen vermittelten Inhalte anhand von Beispielen aus der Ingenieurspraxis eingeübt. Dabei kommt eine der industriellen Praxis entsprechende Hard- und Softwareumgebung zum Einsatz</p> <p>Die Leistungsbeurteilung erfolgt in den Vorlesungen durch mündliche Prüfungen. Die Übungen, das Seminar und die VU sind LVAs mit prüfungsimmanenten Charakter; neben der Mitarbeit werden auch Präsentationen und Berichte bewertet.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Im Teil I:		
Problemlösung mittels FE-Methoden VO	3	2
Problemlösung mittels FE-Methoden UE	2	2
Praxisgerechter Einsatz von FE-Methoden VU	2	1,5
Im Teil II:		
Finite Elemente SE	2	2
und einen der beiden folgenden Blöcke:		
Nichtlineare Finite Elemente Methoden VO	3	2
Nichtlineare Finite Elemente Methoden UE	2	2
oder		
Finite Elemente Verfahren für gekoppelte Feldprobleme VO	3	2
Finite Elemente Verfahren für gekoppelte Feldprobleme UE	2	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Composite-Strukturen

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Die Studierenden erwerben methodisches Wissen über die Technologie der Verbundwerkstoffe und von Composite Bauteilen hinsichtlich Materialauswahl, Herstellung, Konstruktion und Berechnung, Qualitätssicherung, experimenteller Charakterisierung, sowie Reparatur und Recycling. Ferner werden die Studierenden befähigt das thermo- und hygromechanische Verhalten von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden auf verschiedenen Längenskalen zu modellieren.

Mit den im Modul "Composite-Strukturen" erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten sind die Studierenden bestens für die Durchführung von Projektarbeiten gerüstet, bei denen Konstruktionen und Berechnungen von Composite-Strukturen erforderlich sind.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Charakterisierung und Klassifizierung faserverstärkter Werkstoffen aus der Sicht des Leichtbaus
- Anwendungsgebiete von Faserverbundwerkstoffen
- Faser- und Matrixmaterialien
- Herstellungsmethoden und Fertigungsablauf
- Design von Composite-Strukturen
- Einführung in die experimentelle Werkstoffcharakterisierung faserverstärkter Materialien
- Vorstellung zerstörungsfreier Prüfverfahren für Composite-Strukturen
- Reparaturmethoden
- Verbindungstechniken
- Recycling von Composite-Bauteilen.
- Berechnungsmethoden zur Auslegung von Composite-Strukturen
- Laminattheorie
- Interlaminare Spannungen, Randeckeffekte
- Versagenskriterien
- Mikromechanik von Verbundwerkstoffen und zellulären Materialien
- Anwendung der Methoden auf praktische Probleme

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

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

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>Die Vorlesungen werden durch einprägsame multimediale Darstellungen und aus der Praxis kommende Exponate sehr anschaulich gestaltet. Die Vorlesung Sandwich Structures wird als Blockvorlesung in englischer Sprache gehalten. Im Seminar und in der Übung werden von den Studierenden fachspezifische Beiträge erarbeitet und eigenständig Problemlösungen präsentiert.</p> <p>Die Leistungsbeurteilung erfolgt in der Vorlesung Leichtbau mit faserverstärkten Werkstoffen durch eine schriftliche Prüfung, in der VO Sandwich Structures durch eine mündliche Prüfung. In der VU Composites Engineering wird die Leistungsbeurteilung durch Prüfungsgespräche durchgeführt.</p> <p>Die Übung und das Seminar sind LVAs mit prüfungsimmanenten Charakter; neben der Mitarbeit werden auch Präsentationen und Berichte bewertet.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Leichtbau mit faserverstärkten Werkstoffen VO	3	2
Auslegung von Composite-Strukturen UE	2	2
Light Weight Structures SE	2	2
Composites Engineering VU	4	3
Sandwich Structures VO	3	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Biomechanik der Gewebe

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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 Geweben 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.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Einführung in die Mechanik der flüssigkeitssaturierten biologischen Geweben
- Einführung in klinisch und wirtschaftlich relevante Krankheiten der Geweben 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 (Expected Prerequisites)

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

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

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 mündlicher Prüfung und einem Übungsprotokoll zusammen.

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Biomechanik der Gewebe VO	3	2
Biomechanik der Gewebe UE	2	2
Biomechanik der Gewebe SE	2	2
Biomechanik der Gewebe LU	2	2
Finite Element Methoden in der Biomechanik VU	5	4

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Numerische Strömungsmechanik

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Eigenschaften turbulenter Strömungsvorgänge
- Zufallsprozesse
- Grundgleichungen für turbulente Strömungen
- asymptotische Theorie turbulenter Strömungen
- Turbulenzmodelle
- Numerische Berechnung inkompressibler und kompressibler von Strömungen mittels Projektionsmethoden
- Gittergenerierung für komplexe Geometrien
- Numerische Turbulenzmodellierung
- Anwendung von CFD Programmen zur Berechnung turbulenter Strömungen

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

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

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)

ECTS

Semesterstunden  
(Course Hours)

Numerische Methoden der Strömungsmechanik VO

3

2

Numerische Methoden der Strömungsmechanik UE

2

1

Turbulente Strömungen VO

3

2

Berechnung turbulenter Strömungen mit Computerprogrammen UE

3

2

Seminar Turbulenz SE

3

2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Theoretische Strömungsmechanik

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

In diesem Modul werden Methoden vermittelt, mit denen man Strömungsvorgänge näherungsweise analytisch berechnen kann. Zunächst wird das allgemeine Konzept der asymptotischen Methoden vermittelt, welches auch über Strömungen hinaus von Bedeutung ist. Mit diesen Methoden werden die für die Aerodynamik wichtigen Grenzschichtströmungen sowie Strömungen realer Fluide, Verbrennungs- und Wellenausbreitungsvorgänge eingehend analysiert.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Potentialtheorie
- Ähnlichkeitslösungen
- Reguläre und singuläre Störungsmethoden
- Mehrfachskalenanalyse
- Prandtl's klassische Grenzschicht
- Grenzschichttheorie 2. Ordnung
- Theorie wechselwirkender Grenzschichten (Triple Deck)
- Grenzschichtablösung.
- Zustandsgleichungen realer Fluide
- Eindimensionale Wellenausbreitungsvorgänge
- Strömungen mit chemischen Reaktionen
- Verbrennung u. Detonation
- Kinematische Wellen: Randwertprobleme und Anfangswertprobleme
- Eindimensionale akustische Wellen
- Wellen auf turbulenten Flüssigkeitsfilmen
- Burgers Gleichung
- Dreidimensionale akustische Wellen
- Retardiertes Potentiale
- Dispersionsrelation, Gruppengeschwindigkeit und Phasengeschwindigkeit, Wellenpakete
- Korteweg-de Vries Gleichung und inverse Streumethode

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
Vortrag über die theoretischen Grundlagen und Anwendungen der oben genannten Kapitel. Schriftliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen vor Übungsbeispielen. Leistungskontrolle durch regelmäßige Hausübungen, Tafelleistung, Tests möglich.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Asymptotische Methoden in der Strömungslehre UE	2	1
Grenzschichttheorie VO	3	2
Strömungen realer Fluide VU	3	2
Wellen in Flüssigkeiten und Gasen VO	3	2
Seminar Strömungsmechanik SE	3	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Stabilität und Musterbildung in kontinuierlichen Medien

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Es werden grundlegende Kenntnisse über strömungsphysikalische Phänomene im Übergangsbereich zwischen laminarer und turbulenter Strömung vermittelt. Mit einer Dimensionsanalyse lässt sich die Zahl der unabhängigen Parameter eines Problems auf ein Minimum reduzieren und es werden alle relevanten dimensionslosen Kennzahlen identifiziert. In vielen Fällen verliert die einfache laminare Strömung bei Erhöhung des Antriebs (z.B. der Reynoldszahl) ihre Symmetrien über eine Sequenz von Strömungsinstabilitäten. Dieses Szenario mündet schließlich in der Turbulenz. Repräsentative Beispiele werden behandelt mit Schwerpunkt auf Systemen mit Phasenübergängen. Relevante mathematische Methoden werden eingeführt.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- 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
- Lineare Stabilitätsanalyse
- Bifurkationsanalyse
- Phasenraumdynamik dissipativer Systeme
- Ginzburg-Landau-Gleichung
- Kelvin-Helmholtz-Instabilität, Rayleigh-Instabilität, Taylor-Couette-System, Rayleigh-Benard-Problem
- Turbulenz-Umschlag bei der Rohrströmung
- Thermodynamische Grundlagen von Phasenübergängen
- Erstarrung von Reinstoffen und binären Gemischen, Dendritenwachstum
- Wechselwirkung von Stoff- und Energietransport durch Diffusion und Konvektion mit Phasenübergängen

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

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

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Dimensionsanalyse VO	3	2
Hydrodynamische Instabilitäten	3	2
Mehrphasensysteme VO	3	2
Mehrphasensysteme UE	2	1
Seminar über Stabilität und Musterbildung SE	3	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- 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 (Expected Prerequisites)

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

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

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

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

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Modellbildung des Bewegungsapparates VO	3	2
Unfallbiomechanik VO	3	2
Der Motor Muskel VO	3	2
Der Motor Muskel LU	2	2
Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates SE	3	2

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Automatisierungstechnik		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse unterschiedlicher Modellierungsansätze zur Datenbasierten Modellbildung,</li> <li>• Kenntnisse ausgewählter moderner Regelungsverfahren.</li> <li>• Fertigkeiten im Umgang mit aktueller Simulationssoftware für Regelungstechnik.</li> <li>• Grundlegende Fähigkeit zur selbständigen Erarbeitung von automatisierungstechnischen Lösungen.</li> <li>• Grundlegende Fähigkeit zur wissenschaftlichen Arbeit in der Regelungstechnik.</li> </ul>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Erstellung von linearen und nichtlinearen Modellen von dynamischen Prozessen aus experimentellen Messdaten.</li> <li>• Reglersynthese für Mehrgrößensysteme im Zustandsraum inklusive Entkopplung.</li> <li>• Optimale Zustandsregelung (Riccati-Entwurf).</li> <li>• Modellprädiktive Regelung inklusive Berücksichtigung von Beschränkungen.</li> <li>• Reglersynthese und Regelkreissimulation unter Einsatz von Simulationssoftware.</li> <li>• Praktische Implementierung von Reglern an Laborversuchen.</li> <li>• Grundlagen der Methodik wissenschaftlichen Arbeitens in der Regelungstechnik.</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundierte mathematische Grundkenntnisse</li> <li>• Grundkenntnisse in Regelungstechnik auf dem Niveau der Bachelor-LVA</li> <li>• Naturwissenschaftliche Grundlagen des Maschinenbaus</li> <li>• Grundlegende Kapitel der LVA „Digital Control VO“</li> </ul>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>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.</p> <p>Schriftliche oder mündliche Prüfung zu den theoretischen Grundlagen und Präsentation und Dokumentation der eigenständigen Ausarbeitung von Lösungen zu automatisierungstechnischen Problemstellungen.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Identifikation- Experimentelle Modellbildung VO	3	2
Zustandsregelung von Mehrgrößensystemen VU	2	2
Feedback Control VU	4	2,5
Regelungstechnik Vertiefungslabor LU	2	2
Seminar aus Regelungstechnik SE	3	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Fahrzeugsystemdynamik

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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 Adaptionen Anforderungen  
Erkennen von Nutzen und gegenseitiger Bedingtheit von Theorie und Fahrversuch  
Umgang mit fachspezifischer, wissenschaftlicher Literatur; state-of-the-art

Inhalte des Moduls (Syllabus)

#### Allgemein

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

#### Speziell

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

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

- 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 für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

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

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Grundlagen der Fahrzeugdynamik VO	4	2
Spezielle Probleme der Fahrzeugdynamik VO	4	3
Stabilitätsprobleme bewegter Systeme VO	3	2
Fahrzeugdynamik Seminar SE	3	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Technische Dynamik

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Vertiefung im Bereich der Modellbildungsfragen in der technischen Dynamik. Ausführliche Behandlung der Dynamik rotierender Maschinen, wobei auf Modellierungsverfahren, auf die Besonderheiten zufolge gyroskopischer Effekte, auf Dämpfungs- und Anfachungsmechanismen und die Lagerdynamik eingegangen wird.

Vertiefung der Kenntnisse zu linearen MFG-Systemen, Einführung bzw. Vermittlung der Grundlagen der Modalanalyse. Darstellung der Schwingungen von nichtlinearen Systemen anhand der praxisrelevanten Reibungsschwinger und von stoßbehafteten Systemen.

Schwingungsuntersuchungen an parametererregter Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden (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.

Erwerb der Fähigkeit zur problem- und aufwandsangepassten Modellbildung für die Behandlung dynamischer Probleme. Erwerb analytischer und numerischer Fähigkeiten zur Behandlung der Modell-Bewegungsgleichungen. Interpretierfähigkeit numerisch ermittelter oder gemessener Phänomene in dynamischen Systemen .

Kommunikation bei der Bearbeitung von Problemstellungen im Team, Diskussion und Präsentation von Ergebnissen und neuen Konzepten, Zukunftsthemen wie „Energy Harvesting“ bietet die Möglichkeit das Kreativpotential der Studierenden zu wecken.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Modellbildungsfragen in der technischen Dynamik
- Dynamik rotierender Maschinen (Modellierungsverfahren, gyroskopische Effekte, Dämpfungs- und Anfachungsmechanismen, Gleitlagerdynamik, nichtlineare Effekte)
- Lineare MFG-Schwinger und Grundlagen der Modalanalyse
- Schwingungen nichtlinearer Systeme (Reibungsschwinger, stoßbehaftete Systeme, Lösungsverfahren, etc.)
- Schwingungen parametererregter Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden (Stabilitätsuntersuchungen, Antiresonanzen, experimentelle Untersuchung).
- Nutzbarmachung von Schwingungen ("Energy Harvesting", Grundlagen und neuartige Konzepte, Prinzipstudien, Prototypentwicklung, etc.)

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

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 für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
Audiovisueller Vortrag mit Medienunterstützung über die theoretischen Grundlagen, Vorrechnen bzw. Diskussion von repräsentativen Anwendungsbeispielen, Demonstrationen anhand von Experimenten und Versuchen im Labor für Technische Dynamik. Einübung des Gelernten durch selbständiges Lösen von Aufgaben, zum Teil im Team und unter Anleitung durch die Vortragenden. Möglichkeit der selbständigen Durchführung von Laborversuchen. Prüfungen: Rechenaufgaben oder Projektthemen als Hausarbeiten, bei ergänz. mündlichen Prüfungen primär Verständnisfragen zu den Stoffgebieten.		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Rotordynamik VO	3	2
Rotordynamik UE	2	2
Schwingungstechnik Vertiefung VO	3	2
Labor Technische Dynamik LU	3	2
Seminar Technische Dynamik SE	3	2

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Nichtlineare Dynamische Systeme		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>Fähigkeit, das Verhalten nichtlinearer Systeme mittels geeigneter analytischer und numerischer Methoden zu analysieren.</p> <p>Grundlegende Kenntnis der bei den verschiedenen Problemstellungen möglichen auftretenden Lösungsstrukturen und ihrer Untersuchung, wie z.B. Quasistationäre oder chaotische Dynamik, Mode-Interaktion in symmetrischen Strukturen, Imperfektionsempfindlichkeit.</p> <p>Spezielle numerische und analytische Verfahren zur Untersuchung des Systemverhaltens.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Stabilitätstheorie, Verzweigungstheorie, Nichtlineare Schwingungen, Resonanzen, Imperfektionsempfindlichkeit</li> <li>• Computerunterstützte Methoden für Dynamische Systeme</li> <li>• Probleme der Mehrkörperdynamik wie Reibung, Stoß; Regelung bei DAE-Systemen</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>Vortrag, Demonstration am Computer, Behandlung der Problemstellung am Computer durch Studenten, Seminarvorträge</p> <p>Leistungsbeurteilung durch Ausarbeitung einer komplexen Aufgabenstellung, mündliche Prüfung, Mitarbeit in Übungen</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Angewandte Dynamik und Nichtlineare Schwingungen VO	3	2
Angewandte Dynamik und Nichtlineare Schwingungen UE	2	2
Computerunterstützte Methoden für Dynamische Systeme VO	2	2
Computerunterstützte Methoden für Dynamische Systeme UE	2	2
Spezielle Probleme der Mehrkörpersystemdynamik VO	3	2
Dynamische Systeme SE	2	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Mechatronische Systeme

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

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 mechatronische Sensoren, Aktoren und Sensor-Aktorsysteme (wie z.B. elektromagnetische Antriebe, piezoelektrische Stapelaktoren für die Einspritztechnik, hocheffiziente und zuverlässige Magnetlager, MEMS (Micro-Electro-Mechanical-Systems) Mikrofone und Lautsprecher, etc.) gelegt. Es werden wesentliche Methoden und Verfahren im Bereich der Modellbildung und Simulation, der Messtechnik und Aktorik sowie der digitalen Signalverarbeitung vermittelt, welche entscheidende Werkzeuge für die Entwicklung derartiger Systeme darstellen.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Finite Elemente Methoden für Mehrfeldprobleme im Bereich der Sensorik und Aktorik sowie der Akustik (elektromagnetisch-mechanische, piezoelektrische-mechanische, mechanisch-akustische Kopplungen, etc.)
- Die Konzepte der Modalanalyse mechanischer Systeme und Techniken zur Modellreduktion von Mehrfreiheitsgradsystemen (simulationstechnische und experimentelle Methoden)
- Vertiefung in relevante Gebiete wie:
  - Sensor- und Aktorprinzipien
  - Messsignalerfassung und Verarbeitung
  - Elektronische Signalanpassung bei Sensoren und Ansteuerung von Aktoren

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

- Elektrotechnische Grundkenntnisse (elektromagnetische Felder, elektronische Bauelemente und Schaltungen, Digitaltechnik)
- 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)

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

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 mündliche Teilprüfungen während bzw. nach dem Ende der jeweiligen Lehrveranstaltung, Protokollierung und praktische Umsetzung bzw. Funktionstests.

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Finite Elemente für gekoppelte Feldprobleme VO	3	2
Finite Elemente für gekoppelte Feldprobleme UE	2	2
Modalanalyse VU	3	2
Zwei Lehrveranstaltungen aus		
Sensor- und Aktorsysteme VO	3	2
Interfacetechnik VU	3	2
Digitale Messsignalerfassung und PC-Messtechnik VU	3	2
Seminar Mechatronische Systeme SE	3	3

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Technische Akustik

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Ziel der Ausbildung im Bereich der Technischen Akustik ist es, die analytischen, experimentellen und numerischen Grundlagen der Akustik zu verstehen und anzuwenden. Es werden Werkzeuge und Methoden vermittelt, mit denen die Lärmstehung einerseits analysiert und andererseits Maßnahmen zur Reduktion abgeleitet werden können.

Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls vermitteln die physikalischen Effekte der Schallentstehung und Schallausbreitung, messtechnische Methoden zur experimentellen Untersuchung und moderne numerische Verfahren zur Berechnung am Computer. Damit lassen sich vorhandene Anlagen effektiv weiterentwickeln und eine geräuscharme Auslegung in die Entwicklung neuer Produkte integrieren. Geräusch- und Schwingungskomfort bestimmen maßgeblich die Klasse eines Produktes sowie die Qualität am Arbeitsplatz. Somit ist die Einbindung der Akustik in den Entwicklungsprozess von entscheidender Bedeutung.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Sensor- und Aktorprinzipien (Funktion, Auswahlkriterien, Anwendung, etc.)
- Sensoren /Aktuatoren der akustischen Messtechnik
- Messung von Luftschall (Schalldruck, Schallschnelle, Schallintensität, Schallleistung, akustische Impedanz, Absorptions- und Transmissionsgrad, etc.)
- Messung von Körperschall (Beschleunigungsaufnehmer, elektrodynamische Schnellempfänger, Laser-Doppler-Vibrometer, etc.)
- Angewandte Signalverarbeitungsmethoden (Modalanalyse, Korrelation, Terz- sowie Oktavanalyse; Gabor Transformation, etc.)
- Schallentstehung durch Strömung, Schallausbreitung in strömenden Medien
- Finite Elemente Verfahren für gekoppelte Feldprobleme im Bereich der Akustik
- Fahrzeugakustik (Fahrzeugaußen- und innengeräusche, Antriebsstrang, Reifen, Messungen am Testgelände bzw. am Akustikrollenprüfstand, etc.)

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)

- Gute Kenntnisse aus dem Bereich Mess- und Schwingungstechnik
- Gute Kenntnisse aus dem Modul "Einführung in die Finite Elemente Methoden"

Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)

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. Die Leistungsbeurteilung erfolgt in den Vorlesungen durch schriftliche oder mündliche Prüfungen. Die Übungen, das Seminar und die VU sind Lehrveranstaltungen mit prüfungsimmanenem Charakter; neben der Mitarbeit werden auch Präsentationen und Berichte bewertet.

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Akustik für Ingenieure VU	3	2
Strömungsakustik VU	3	2
Automotive Acoustics and Noise Control VO	3	2
Finite Elemente Verfahren für gekoppelte Feldprobleme VO und eine der beiden Lehrveranstaltungen	3	2
Labor Technische Akustik UE	2	2
oder		
Seminar Technische Akustik SE	2	2

## Modulbeschreibung (Module Descriptor)

Name des Moduls (Name of Module):

### Thermo-elektro-elastische Strukturmechanik

Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):

14

ECTS

Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)

Thermoelastizität und Elektroelastizität sind in vielen maschinenbaulichen Problemen von ausgezeichneter Bedeutung. Beispielsweise können die durch thermische Belastungen hervorgerufenen Wärmespannungen zu einem Stabilitätsverlust einer ansonsten nicht durch Kräfte belasteten Maschine führen. Andererseits kann durch strukturintegrierte intelligente Materialien hervorgerufene Elektroelastizität als Basis zur Entwicklung neuartiger Konzepte intelligenter mechanischer Strukturen zur Überwachung und Regelung von Schwingungen, mechanischen Spannungen, Instabilitäten und Schädigungen verwendet werden. Im Rahmen dieses Vertiefungsmoduls werden Studierende in die Grundlagen der thermo-elektro-elastischen Strukturmechanik eingeführt; d.h in die Modellbildung, Analyse und Simulation von Balken, Platten und Schalen, welche unter dem Einfluss von Temperatur und elektrischen Feldern stehen. Bildungsziele sind hierbei:

- Studierende sind mit den Grundlagen der Mechanik schlanker und dünner Strukturen (Stäbe, Scheiben, Platten und Schalen) vertraut und sie können den Einfluss der Temperatur und elektrischer Felder berücksichtigen. Die Studierenden verstehen in dünnen thermo-elektro-elastischen Strukturen auftretende Phänomene wie Schwingungen, große Verformungen und Stabilitätsverlust und beherrschen deren Beschreibung mittels mathematischer Modelle.
- Studierende sind mit intelligenten multifunktionalen Materialien (piezoelektrische Materialien, elektro-aktive Polymere, u.s.w.) und deren Wirkungsweise vertraut und können diese zur Überwachung, zur Steuerung und Regelung sowie zur aktiven Formgebung in intelligenten mechanischen Strukturen anwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage Problemstellungen der thermo-elektro-elastischen Strukturmechanik effizient mit analytischen und numerischen Methoden zu behandeln und diese Methoden am Computer selbstständig zu implementieren.
- Das erworbene Wissen ist anhand praxisrelevanter Problemstellungen (aktive Schwingungsreduktion, frühzeitige Erkennung von Schädigungen, Beulen von Platten und Schalen, Simulation von axial bewegten Strukturen wie Stahlbändern oder Riementrieben) vertieft.

Inhalte des Moduls (Syllabus)

- Grundlagen der Thermo- und Elektroelastizität: Wärmespannungen, Eigenspannungsquellen, additive und multiplikative Aufspaltungen, elastische Dielektrika.
- Thermoelastische Strukturmechanik: Linientragwerke (Schlanke Stäbe als materielle Linien, geometrisch lineare und nichtlineare Formulierung), Ebene Flächentragwerke (Scheiben, Kirchhoff'sche Plattengleichungen, von Karman Theorie, vorgekrümmte Platten), Schalentheorie (dünne Schalen als materielle Flächen, geometrisch lineare und nichtlineare Formulierung).
- Mechanik intelligenter Strukturen: Erweiterung der thermoelastischen Formulierungen auf Elektroelastizität, elektromechanisch gekoppelte Formulierung, Sensor- und Aktorgleichungen, Entwurf von intelligenten Sensor- und Aktorsystemen zur Überwachung und Regelung von schlanken und dünnen Tragwerken, praktische Realisierung mittels piezoelektrischer Wandler, Schwingungsunterdrückung, Schadensfrüherkennung, Formgebung

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundkenntnisse (Vektorrechnung, Lineare Algebra, Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlicher)</li> <li>• Ingenieurwissenschaftliche Grundkenntnisse (Mechanik - Statik und Kinematik, Elektrotechnik - Maxwell Gleichungen und Elektrostatik)</li> <li>• Kenntnisse aus den Modulen Mechanik 3 und Höhere Festigkeitslehre</li> </ul>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>Sämtliche Lehrveranstaltungen sind interaktiv gestaltet und werden als VU's (mit Ausnahme des Seminars) durchgeführt. Theoretische Grundlagen werden in den Vorlesungsteilen erarbeitet und in den Übungsteilen anhand einfacher praxisrelevanter Problemstellungen vertieft; hierzu werden sowohl analytische Methoden wie auch numerische Methoden verwendet. Im Seminar werden neuere Arbeiten besprochen deren Inhalte von den Studenten aufbereitet und im Rahmen von Seminarvorträgen vorgestellt werden.</p> <p>Die Beurteilung der individuellen Leistung erfolgt durch schriftliche und mündliche Teilprüfungen während bzw. am Ende der jeweiligen Lehrveranstaltung, durch selbständige Ausarbeitung von einfachen Beispielen sowie durch Seminarvorträge.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
VU Linientragwerke	3	2
VU Ebene Flächentragwerke	3	2
VU Schalentheorie	3	2
VU Mechanik intelligenter Konstruktionen	3	2
SE Neuere Arbeiten zur Mechanik thermo-elektro-elastischer Strukturen	2	2

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Formula Student I&II		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	14	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>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.</p> <p>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.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigung eines Rennautos in enger Kollaboration mit der Wirtschaft</li> <li>• Konstruktionsaufgaben und dabei unterstützende Lehrveranstaltungen</li> <li>• Organisationsaufgaben und dabei unterstützende Lehrveranstaltungen</li> <li>• Präsentation der Projektergebnisse vor internationaler Fachjury</li> <li>• Teambuilding und Leadership</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen aus Mechanik und Grundlagen der Festigkeitslehre</li> <li>• Grundlagen aus Konstruktionslehre</li> <li>• Grundlagen aus Projektmanagement</li> </ul>		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Mitgliedschaft beim Verein „TUW Racing – Rennteam der TU Wien“ für zumindest ein Studienjahr und Teilnahme an mindestens zwei Formula Student Events im Sommer.		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>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.</p> <p>Die VU Teambuilding und Leadership wird anhand eines schriftlichen Feedbacks am Ende der Saison bewertet.</p> <p>Die Bewertungen aus den gewählten Lehrveranstaltungen zum Thema Konstruktion und Simulation und aus dem Spezialbereich der Modulleitung im Team variieren je nach LVA.</p>		

Studienplan des Masterstudiums Maschinenbau  
066.445

Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Formula Student PA	5	4
Konstruktionswettbewerb SE	2	2
Teambuilding and Leadership VU	3	3
2 ECTS zur Auswahl aus folgenden LVAs zum Thema Konstruktion und Simulation:		
Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung UE	2	2
Methodik der 3D-CAD Konstruktion VU	2	2
Virtuelle Produktentwicklung UE	2	2
Auslegung von Composite-Strukturen UE	2	2
Praxisgerechter Einsatz von FE-Methoden VU	2	1,5
Programmieren mit MATLAB VU	2	2
Programmierung von Werkzeugmaschinen LU	2	2
Mindestens 2 ECTS aus folgenden LVAs zum Spezialbereich der Modulleitung im Team:		
Höhere Konstruktionslehre und Produktentwicklung VO	3	2
Virtuelle Produktentwicklung VO	3	2
Tribologie für Maschinenbauer VO	3	2
Leichtbau mit faserverstärkten Werkstoffen	3	2
Fügetechnik VO	3	2
Reifentechnik VO	3	2
Grundlagen der Entwurfsaerodynamik VO	3	3
Rennmotoren und Rennfahrzeuge VO	1,5	1
Design of Automotive Suspension Systems	1,5	1
Kriterien zukünftiger Kraftfahrzeuge I VO	1,5	1
Kriterien zukünftiger Kraftfahrzeuge II VO	1,5	1
Zukünftige Antriebskonzepte VO	1,5	1
Alternative Antriebe VO	2	2
Alternative Fahrzeugkonzepte und Komponenten VO	2	2
Elektrische Antriebstechnik für MB und WIMB VO	2	1,5
Vertiefung Elektrotechnik und Elektronik für MB und WIMB VO	2	1,5
Grundlagen der Organisation VU	3	2
Controlling VU	3	2
Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung VO	3	2
Enterprise Risk Management (Fundamentals) VU	3	2
LVAs die bereits in anderen Modulen für das Studium verwendet wurden, können nicht nochmals gewählt werden.		

## Anhang: Weitere Module

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Projektarbeit		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	5	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>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 selbstständige 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.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
Abhängig vom gewählten Projektarbeitsthema		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Abhängig vom gewählten Projektarbeitsthema.		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>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.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Die Projektarbeit ist aus dem Angebot der Projektarbeiten der Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften im Umfang von 5 ECTS zu wählen		

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
<b>Fachgebundene Wahl</b>		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	18	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
Die oder der Studierende wählt im Rahmen dieses Moduls nach unten angeführten Kriterien individuell Lehrveranstaltungen aus den Masterstudien Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau, Verfahrenstechnik oder aus einer Liste von aktuell angebotenen Lehrveranstaltungen, die jedes Jahr von der Studienkommission beschlossen und im Mitteilungsblatt veröffentlicht wird. Ziel ist es, einen individuellen fachlichen Schwerpunkt zu setzen oder in den Vertiefungen Gelerntes zu ergänzen.		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Es sind individuell Lehrveranstaltungen im Rahmen von mindestens 18 ECTS aus den Masterstudien Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der TU Wien oder aus einer Liste von aktuell angebotenen Lehrveranstaltungen, die jedes Jahr von der Studienkommission beschlossen und im Mitteilungsblatt veröffentlicht wird, auszuwählen.		

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
Allgemeine wissenschaftliche Bildung und fachübergreifende Qualifikationen		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	9	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
Die oder der Studierende wählt im Rahmen dieses Moduls nach unten angeführten Kriterien individuell Lehrveranstaltungen des Maschinenbaus oder anderer Studienrichtungen. Das Modul dient der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen. Insbesondere wird empfohlen, innerhalb dieses Moduls Fremdsprachenkompetenzen zu erwerben und Lehrveranstaltungen zu Gender-relevanten Themen zu absolvieren		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)
Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 4,5 ECTS aus dem Katalog über „Fachübergreifende Lehrveranstaltungen“ zu wählen oder frei wählbare Lehrveranstaltungen anerkannter in- oder ausländischer postsekundärer Bildungseinrichtungen, sofern sie vom Studienrechtlichen Organ zur Vermittlung von fachübergreifenden Qualifikationen anerkannt werden, zu absolvieren.  Der auf 9 ECTS noch fehlende Umfang an ECTS ist aus zur Vermittlung allgemeiner wissenschaftlicher Bildung geeigneter Lehrveranstaltungen anerkannter in- oder ausländischer postsekundärer Bildungseinrichtungen zu wählen.		

Modulbeschreibung (Module Descriptor)		
Name des Moduls (Name of Module):		
<b>Diplomarbeit</b>		
Regelarbeitsaufwand für das Modul (ECTS-Credits):	30	ECTS
Bildungsziele des Moduls (Learning Outcomes)		
<p>Der Studierende hat eine wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein wissenschaftliches Thema selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten, verfasst.</p> <p>Der Studierende beherrscht das wissenschaftliche Umfeld des Themas, das er oder sie im Rahmen der Diplomarbeit bearbeitet hat. Es wird die überzeugende Präsentation eigenständig erarbeiteter wissenschaftlicher Ergebnisse und die Verteidigung derselben erlernt.</p>		
Inhalte des Moduls (Syllabus)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfassen einer eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit unter Anleitung, deren Thema im Einklang mit dem Qualifikationsprofil vom Studierenden frei gewählt werden kann</li> <li>• Ablegen einer kommissionellen Gesamtprüfung</li> </ul>		
Erwartete Vorkenntnisse (Expected Prerequisites)		
Abhängig vom gewählten Thema der Diplomarbeit		
Verpflichtende Voraussetzungen für das Modul sowie für einzelne Lehrveranstaltungen des Moduls (Obligatory Prerequisites)		
Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung (Teaching and Learning Methods and Adequate Assessment of Performance)		
<p>Verfassen einer selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit unter Anleitung. Benotung der Arbeit aufgrund der inhaltlichen und methodischen Vertretbarkeit.</p> <p>Ablegung einer kommissionellen Gesamtprüfung laut §12 der Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien.</p>		
Lehrveranstaltungen des Moduls (Courses of Module)	ECTS	Semesterstunden (Course Hours)

## Anhang: Lehrveranstaltungstypen

**VO:** Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätze vorgetragen werden. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht.

**UE:** Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Studierenden das Verständnis des Stoffes der zugehörigen Vorlesung durch Anwendung auf konkrete Aufgaben und durch Diskussion vertiefen. Entsprechende Aufgaben sind durch die Studierenden einzeln oder in Gruppenarbeit unter fachlicher Anleitung und Betreuung durch die Lehrenden (Universitätslehrerinnen und -lehrer sowie Tutorinnen und Tutoren) zu lösen. Übungen können auch mit Computerunterstützung durchgeführt werden.

**LU:** Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende in Gruppen unter Anleitung von Betreuerinnen und Betreuern 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 an den praktisch-beruflichen oder wissenschaftlichen Zielen des Studiums und ergänzen die Berufsvorbildung bzw. wissenschaftliche Ausbildung.

**VU:** Vorlesungen mit integrierter Übung vereinen die Charakteristika der Lehrveranstaltungstypen VO und UE in einer einzigen Lehrveranstaltung.

**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.

**EX:** Exkursionen sind Lehrveranstaltungen, die außerhalb des Studienortes stattfinden. Sie dienen der Vertiefung von Lehrinhalten im jeweiligen lokalen Kontext.

## Anhang: Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen im Studium

<b>Weiteren Module:</b>	
Allgemeine wissenschaftliche Bildung und fachübergreifende Qualifikationen	Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen