Modulhandbuch
für den Masterstudiengang
Automotive und Mechatronik
an der Universität Bayreuth

in der Fassung vom 19. März 2014

Vorbemerkung

Das vorliegende Modulhandbuch für den Masterstudiengang **Automotive und Mechatronik** an der Universität Bayreuth wird von der Fakultät für Ingenieurwissenschaften herausgegeben. Es beschreibt die Module, aus denen sich das Studium zusammensetzt. Insbesondere werden der Inhalt, die Qualifikationsziele, die Prüfungsleistungen und der studentische Arbeitsaufwand angegeben.

Für eine Orientierung darüber, in welchem zeitlichen Ablauf die Module am besten belegt werden, siehe den gesonderten **Studienplan**.

Bei den Beschreibungen werden folgende **Abkürzungen** benützt:

LP: Leistungspunkt(e)
*n*P: Praktikum mit *n* Semesterwochenstunden
*n*S: Seminar mit *n* Semesterwochenstunden
*n*Ü: Übung mit *n* Semesterwochenstunden
*n*V: Vorlesung mit *n* Semesterwochenstunden
SWS: Semesterwochenstunden

Inhaltsverzeichnis

Seite

Überblick 4

Module des Pflichtbereichs 6
AS Antriebsstrang 6
DS Digitale Signalverarbeitung und Bussysteme 7
EK Elektrische Komponenten 8
EM Elektromobilität 9
FT Forschungstechniken 10
KE Kraftstoffe und Emissionen 11
MS Modellbildung und Simulation mechanischer Systeme 12
MT Masterarbeit 13
SS Sensoren und Sensorsysteme 14
VM Verbrennungsmotoren 15

Module des Wahlpflichtbereichs 16

1) Kompetenzfeld Materialien und Werkstoffe im Automobil
BB Batterien und Brennstoffzellen 16
EEE Elektrochemische Energiespeicher und Energiewandlung 17
FA Fügetechniken im Automobilbau 18
FM Funktionsmaterialien im Automobil 19

2) Individuelle Kompetenzerweiterung
FK Modulbereich Fachliche Kompetenzerweiterung 20
ÜK Modulbereich Überfachliche Kompetenzerweiterung 21

Modulliste für den Bereich FK 22
CV – Chemische Verfahrenstechnik 22
CS – Computersehen 23
DY – Dynamik 24
EB – Eingebettete Systeme 25
EO – Einführung in die Optimierung 26
ES – Experimentelle Strömungsmechanik 27
GO – Ganzzahlige lineare Optimierung 28
GT – Grenzschichttheorie 29
GV – Grafikprogrammierung und Visualisierung 30
LC – Life Cycle Engineering 31
MK – Motorenkonstruktion 32
MM – Ausgewählte Kapitel der multimedialen Produktentwicklung und Konstruktion 33
NM1 – Einführung in die numerische Mathematik 34
NM2 – Numerische Methoden für gewöhnliche Differentialgleichungen 35
RH – Rheologie 36
RO – Robotik 37
TF – Thermofluiddynamik 38
TU – Turbulenz 39
VB – Verbrennung 40

Überblick

Pflichtbereich:

	LP
Kompetenzfeld Motor:	
– Modul VM: Verbrennungsmotoren: Thermodynamische Aspekte	7
– Modul KE: Kraftstoffe und Emissionen	6
– Modul AS: Antriebsstrang	6
– Modul EM: Elektromobilität	5
Kompetenzfeld Mechanische Systeme:	
– Modul MS: Modellbildung und Simulation mechanischer Systeme	6
Kompetenzfeld Mechatronik:	
– Modul EK: Elektrische Komponenten	7
– Modul SS: Sensoren und Sensorsysteme	7
– Modul DS: Digitale Signalverarbeitung und Bussysteme	5
Kompetenzfeld Forschung und ihre aktive Gestaltung:	
– Modul FT: Forschungstechniken	11
– Modul MT: Masterarbeit	30

Wahlpflichtbereich:

	LP
Kompetenzfeld Materialien und Werkstoffe im Automobil [1]:	
– Wahlpflichtmodul FM: Funktionsmaterialien im Automobil	5
– Wahlpflichtmodul FA: Fügetechniken im Automobilbau	5
– Wahlpflichtmodul BB: Batterien und Brennstoffzellen	5
– Wahlpflichtmodul EEE: Elektrochemische Energiespeicher und Energiewandlung	5
Individuelle Kompetenzerweiterung [2]:	
– Modulbereich FK: Fachliche Kompetenzerweiterung	20
– Modulbereich ÜK: Überfachliche Kompetenzerweiterung	5

[1] Es ist eines der Module FM, FA, BB und EEE zu belegen.

[2] Im Modulbereich FK sind Module aus einer regelmäßig aktualisierten „Modulliste für den Bereich FK“ im Umfang von zusammen mindestens 20 LP zu belegen.
Für den Bereich ÜK sind Veranstaltungen aus einer regelmäßig aktualisierten „Gesamtliste für den Bereich ÜK“ zu wählen. Diese Veranstaltungen stammen aus Bereichen außerhalb der Ingenieurwissenschaften (etwa wirtschaftswissenschaftliche Veranstaltungen oder Sprachkurse). Sie werden durch benotete oder unbenotete Prüfungsleistungen (letztere dann nur „mit Erfolg bestanden“) nachgewiesen.

Modulliste für den Bereich FK:

	LP
Kompetenzfeld Motor:	
– Modul VB: Verbrennung	7
– Modul TF: Thermofluiddynamik	6
– Modul CV: Chemische Verfahrenstechnik	6
– Modul MK: Motorenkonstruktion	3
Kompetenzfeld Mechanische Systeme:	
– Modul DY: Dynamik	5
– Modul ES: Experimentelle Strömungsmechanik	5
– Modul TU: Turbulenz	4
– Modul GT: Grenzschichttheorie	4
– Modul RH: Rheologie	5
– Modul LC: Life Cycle Engineering	6
Kompetenzfeld Mechatronik:	
– Modul RO: Robotik	5
– Modul CS: Computersehen	5
– Modul EB: Eingebettete Systeme	5
Kompetenzfeld Mathematik:	
– Modul NM1: Einführung in die numerische Mathematik	8
– Modul NM2: Numerische Methoden für gewöhnliche Differentialgleichungen	10
– Modul EO: Einführung in die Optimierung	8
– Modul GO: Ganzzahlige lineare Optimierung	10

Module des Pflichtbereichs

Modul AS

1	Modulname:	**Antriebsstrang**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD
3	Bereich:	Pflichtbereich / Kompetenzfeld Motor
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Funktion, Berechnung und Auslegung von Antriebselementen wie Ausgleichs- und Schaltkupplungen, Bremsen, Turbinen, Zahnradgetrieben, Wellen und Gelenkwellen, Riemen- und Kettentrieben sowie Gleitlagern. — Funktion, Berechnung und Auslegung von Antriebsmaschinen (Verbrennungsmotoren, elektrische Maschinen, Ventilsteuerungen, Zündanlagen und Gemischaufbereitung, Kraftstoffe, Schmierstoffe, Kurbeltriebe, Turbinen).
	b) Qualifikationsziel:	Fähigkeit zur Berechnung und Auslegung von Antriebselementen und Antriebsmaschinen, zum Schließen von Wissenslücken und zur Übertragung von Wissen auf neue Fragestellungen (Transferkompetenz).
5	Voraussetzungen:	Dem Bachelorstudium Engineering Science entsprechende ingenieurwissenschaftliche Grundkenntnisse, speziell in Mechanik und Konstruktionslehre.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	2 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	AS1	Antriebselemente	2V+1Ü	4
2	AS2	Antriebsmaschinen	2V	2
		Summe:	5	6

10	Modulprüfung:	Eine schriftliche Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung über zwei Semester = 90 h; wöchentlich 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; 45 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 180 Arbeitsstunden.

Modul DS

1	Modulname:	**Digitale Signalverarbeitung und Bussysteme**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Mess- und Regeltechnik
3	Bereich:	Pflichtbereich / Kompetenzfeld Mechatronik
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Abtastung, Wertquantisierung; Zeit- und Spektralbereich zeitkontinuierlicher, zeitdiskreter und finiter Signale; Fourier-Reihe, Fourier-Transformation; Fundamentalgesetze der Digitalisierung; Kennlinienkorrektur, Interpolation, Approximation; DFT, FFT; Fensterung; diskrete Faltung, Filterung und Korrelation; Kommunikationsstrukturen und Bussysteme.
	b) Qualifikationsziel:	Vertrautheit mit Zeit- und Frequenzbereichskonzepten; Urteilsfähigkeit im Hinblick auf Fehler bei der Analog-digital-Umsetzung; Fähigkeit zur Lösung rechnergestützter Messaufgaben; Fertigkeit in der quantitativen Behandlung damit zusammenhängender Probleme; Fähigkeit zur Lösung digitaler Signalverarbeitungsaufgaben unter Verwendung industrietypischer Software; Erfahrung im Einsatz solcher Software; Kenntnis der Einsatzbereiche und Eigenschaften verbreiteter Bussysteme (vor allem CAN).
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit. Dem Bachelorstudium Engineering Science entsprechende ingenieurwissenschaftliche Grundkenntnisse, speziell in Mathematik und Elektrotechnik.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester.
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	DS	Rechnergestütztes Messen	2V+2Ü	5
		Summe:	4	5

10	Modulprüfung:	Eine schriftliche Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; wöchentlich 2 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 75 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 150 Arbeitsstunden.

Modul EK

1	Modulname:	**Elektrische Komponenten**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Mechatronik
3	Bereich:	Pflichtbereich / Kompetenzfeld Mechatronik
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Grundlagen leistungselektronischer Systeme (Schaltungen, Konstruktion, Ansteuerung, Zuverlässigkeit); Bauelemente der Leistungselektronik (Dioden, Thyristoren, MOS-FET, IGBT); Kommutierungsklassen in Umrichtern (passiv, induktiv, kapazitiv); Messtechnik in der Leistungselektronik (Spannungswandler, Stromwandler). — Elektrische Systeme im Kfz: Beleuchtungstechnik, Energiespeicher, Generator, Starter, Bordnetze, Zündung, Kfz-Sensoren, Antriebsstrang, Bussysteme, Fahrerassistenzsysteme, neue Entwicklungen.
	b) Qualifikationsziel:	Grundlegendes Verständnis für Schaltungen und Bauelemente der Leistungselektronik sowie Kenntnis deren Anwendungen; vertieftes Verständnis der wichtigsten elektrischen Systeme in Kfz; Fähigkeit zur selbständigen Durchführung von Berechnungen zu elektrischen System in Kfz.
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit. Dem Bachelorstudium Engineering Science entsprechende ingenieurwissenschaftliche Grundkenntnisse, speziell in Elektrotechnik.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Jahr.
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	EK1	Leistungselektronik	2V+1Ü	4
2	EK2	Elektrische Systeme im Kfz	2V+1Ü	3
		Summe:	6	7

10	Modulprüfung:	Eine schriftliche Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	EK1: wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; wöchentlich 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; EK2: wöchentlich 2 h Vorlesung = 30 h; wöchentlich 1 h Übung plus 1 h Vor- und Nachbereitung = 30 h. 60 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 210 Arbeitsstunden.

Modul EM

1	Modulname:	**Elektromobilität**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Mechatronik
3	Bereich:	Pflichtbereich / Kompetenzfeld Motor
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Straßenfahrzeuge: Hybridkonzepte (Parallelhybrid, Serienhybrid, Splithybrid), Fahrzeugdynamik und Verbrauchsrechnung; Energiespeicher (Batterien, Doppelschichtkondensatoren, Brennstoffzellen). Schienenfahrzeuge: Rad-Schiene System (Antriebstechnik, Hilfsbetriebsversorgung, Antriebskonfigurationen), Magnetschwebetechnik. — Praktikumsversuche und Seminarvortrag zu elektrischen Maschinen und Leistungselektronik für deren Ansteuerung; Hybridantriebe im Kfz, Asynchronmaschine, Frequenzumrichter.
	b) Qualifikationsziel:	Die Teilnehmer kennen und verstehen die wichtigsten elektrischen Fahrzeugantriebe sowie deren Energieversorgung; sie können fortgeschrittene Berechnungen zu elektrischen Fahrzeugantrieben durchführen; sie besitzen praktische Grundkenntnisse zu Aufbau, Anschluss, Ansteuerung und Betriebsverhalten elektrischer Fahrzeugantriebe.
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit. Dem Bachelorstudium Engineering Science entsprechende ingenieurwissenschaftliche Grundkenntnisse, speziell Elektrotechnik und Mechatronik.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	EM1	Elektrische und hybride Fahrzeugantriebe	2V+1Ü	4
2	EM2	Seminar Elektrische Fahrzeugantriebe	1Ü	1
		Summe:	4	5

10	Form des Leistungsnachweises:	Portfolioprüfung aus a) Seminarvortrag und b) einer schriftlichen Prüfung. Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	EM1: wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; wöchentlich 1 h Übung plus 2 h Nachbereitung = 45 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. EM2: 8 h Vorbereitung, 12 h Durchführung, 10 h Nachbereitung. Modul insgesamt: 150 Arbeitsstunden.

Modul FT

1	Modulname:	**Forschungstechniken**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstühle der Fakultät für Ingenieurwissenschaften
3	Bereich:	Kompetenzfeld Forschung und ihre aktive Gestaltung
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Teamprojektarbeit (in Gruppen), Forschungsseminar, Methoden und Ethik des wissenschaftlichen Arbeitens.
	b) Qualifikationsziel:	Außerfachliche Schlüsselqualifikationen im Kontext der Ingenieurwissenschaften: Kenntnis der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und Bewusstsein für ihre Bedeutung; Übung im selbständigen Arbeiten und in der Teamarbeit, Stärkung der Eigenverantwortlichkeit, der Organisations- und Projektmanagementkompetenz; Übung im Verfassen und sachgerechten Präsentieren technischer Dokumentationen und wissenschaftlicher Arbeiten; Verbesserung der Fähigkeit zur zielgerichteten Informationsrecherche und Informationsaufnahme, zur interdisziplinären Verknüpfung methodischer Fragestellungen und zum wissenschaftlichen Diskurs.
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit. Ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse im Umfang eines Bachelorstudiengangs.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester.
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	2 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	FT1	Methoden und Ethik des wissenschaftlichen Arbeitens	1V+1S	2
2	FT2	Teamprojektarbeit	—	8
3	FT3	Forschungsseminar	1S	1
		Summe:		11

10	Form des Leistungsnachweises:	Portfolioprüfung: mündliche Diskussionsbeiträge in FT1; schriftliche Ausarbeitung (Forschungsantrag) in FT1 (Gewichtung 0,2); schriftlicher technischer Projektbericht in FT2 (Gewichtung 0,6); mündliche Ergebnispräsentation im Team in FT2 (Gewichtung 0,2); schriftlicher Seminarbericht mit kritischer Reflexion zu wissenschaftlichen Vorträgen anderer in FT3.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	FT1: Wöchentlich 1 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 30 h; schriftliche Ausarbeitung: 30 h. FT2: praktische Arbeit, Dokumentation und Präsentation im Umfang von insgesamt 240 h. FT3: Teilnahme an fünf Vorträgen à 2 h = 10 h; etwa dreiseitiger Bericht mit schwerpunktmäßiger Reflexion zu einem der Vorträge = 20 h. Modul insgesamt: 330 Arbeitsstunden.

Modul KE

1	Modulname:	**Kraftstoffe und Emissionen**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik und Lehrstuhl für Funktionsmaterialien
3	Bereich:	Pflichtbereich / Kompetenzfeld Motor
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Eigenschaften fossiler und nachwachsender Rohstoffe (Erdgas, Erdöl, Kohle, Biomasse) und von deren Produkten; physikalische und chemische Verfahren zur Gewinnung von Kraftstoffen und Chemierohstoffen aus fossilen und nachwachsenden Rohstoffen (Raffinerieverfahren, Synthesegaserzeugung und -nutzung u.ä.). Verfahren der Abgasnachbehandlung getrennt nach Otto- und Dieselmotor; Prinzipien der Katalysatordesaktivierung; Sensoren zur Regelung von Abgasnachbehandlungssystemen und Sensoren für die On-Board-Diagnose; Abgasmesstechnik und Abgasprüfverfahren.
	b) Qualifikationsziel:	Überblick über die relevanten Verfahrenstechniken bei der Erzeugung und Verbrennung von Kraftstoffen sowie bei der Überwachung der umwelt- und betriebsrelevanten Eigenschaften des Verbrennungsvorgangs; Fähigkeit zur Beurteilung von Verfahren, die der Verbesserung der genannten Eigenschaften dienen; Systemkompetenz in der Abgasnachbehandlungstechnologie; Fähigkeit zur Entwicklung und Beurteilung solcher Systeme.
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit. Dem Bachelorstudium Engineering Science entsprechende ingenieurwissenschaftliche Grundkenntnisse, speziell in chemischer Verfahrenstechnik, Thermodynamik und Messtechnik.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	KE1	Chemie und Technik fossiler und nachwachsender Rohstoffe	2V	3
2	KE2	Abgasnachbehandlungstechnologie	2V+1P	3
		Summe:	5	6

10	Modulprüfung:	Eine schriftliche Prüfung
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 3 h Nachbereitung = 105 h; 15 h Praktikum plus 15 h Vorbereitung und Auswertung = 30 h; 45 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 180 Arbeitsstunden.

Modul MS

1	Modulname:	**Modellbildung und Simulation mechanischer Systeme**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD
3	Bereich:	Pflichtbereich / Kompetenzfeld Mechanische Systeme
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Höhere Finite-Elemente-Analyse: Vorgehen bei großen Strukturen, Schalen- und Volumenelemente; nichtlineare FE-Berechnungen; Schwingungsberechnung; Wärmeleitung. — Praktikum CAD-System CATIA.
	b) Qualifikationsziel:	Fähigkeit zur Dimensionierung von Bauteilen und Baugruppen mit Hilfe anspruchsvoller höherer Finite-Elemente-Methoden; Anwendungssicherheit im Gebrauch der 3D-CAD-Konstruktionssoftware CATIA.
5	Voraussetzungen:	Dem Bachelorstudium Engineering Science entsprechende ingenieurwissenschaftliche Grundkenntnisse, speziell in Mechanik, Konstruktionslehre und Maschinenelementen.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	2 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	MS1	Höhere Finite-Elemente-Analyse	2V+1Ü	4
2	MS2	Praktikum CAD-System CATIA	2P	2
		Summe:	5	6

10	Modulprüfung:	Portfolioprüfung aus a) Testaten und Praktikumsberichten und b) einer schriftlichen Prüfung. Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; wöchentlich 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; wöchentlich 2 h Praktikum plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 180 Arbeitsstunden.

Modul MT

1	Modulname:	**Masterarbeit (Master Thesis)**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstühle der Fakultät für Ingenieurwissenschaften
3	Bereich:	Kompetenzfeld Forschung und ihre aktive Gestaltung
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Schriftliche Ausarbeitung zu einem aktuellen ingenieurwissenschaftlichen Thema, das von einem Professor oder Privatdozenten der Fakultät für Ingenieurwissenschaften gestellt wird.
	b) Qualifikationsziel:	Fähigkeit zur selbständigen Bearbeitung eines forschungsrelevanten ingenieurwissenschaftlichen Problems; Übung in schriftlichen und mündlichen Präsentations- und Kommunikationstechniken.
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit. Nachweis von Prüfungen im Umfang von mindestens 55 LP.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	In der Regel im vierten Semester bei Studienbeginn im WS, im dritten Semester bei Studienbeginn im SS.
7	Angebotshäufigkeit:	Jedes Semester
8	Dauer des Moduls:	1 Semester (sechs Monate Bearbeitungszeit)
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	MT	Masterarbeit (Master Thesis)	—	30
		Summe:		30

10	Modulprüfung:	Benotete schriftliche Ausarbeitung (Gewichtung 0,75) und benoteter mündlicher Vortrag (Gewichtung 0,25).
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Insgesamt 900 Arbeitsstunden.

Modul SS

1	Modulname:	**Sensoren und Sensorsysteme**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Mess- und Regeltechnik
3	Bereich:	Kompetenzfeld Mechatronik
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Wellen als Basis verteilter Messsysteme; optische Messsysteme; Hochfrequenzmesssysteme (Radar u. a.); elektromagnetische Verträglichkeit; Radiometrie; Phonometrie, Ultraschallsensorik; analoge Signalverarbeitung (Frequenzanalyse, Charakterisierung stochastischer Signale, Korrelationsmesstechnik). — Funktionsweise, Technologie und Anwendung von Mikrosensoren: Eigenheiten von Mikrosystemen; Prozesse der Mikrosystemtechnik (Lithographie, Schichtabscheidung und -abtragung, Volumen- und Oberflächenmikromechanik); Bio- und Chemosensoren; Thermische Sensoren; Mechanische Sensoren (Druck, Beschleunigung, Drehrate, Durchfluss); SAW-Bauelemente (Funktion, Modellierung, Instrumentierung).
	b) Qualifikationsziel:	Überblick über Fragestellungen, deren Behandlung Systemtechniken erfordert; vertiefte Kenntnis beispielhafter Anwendungen aus den Bereichen Automotive, Mechatronik und Energietechnik; Fähigkeit zur quantitativen Behandlung typischer Fragestellungen aus der Sensorik verteilter Systeme, der Mikrosensorik und der zugehörigen Signalverarbeitung; fortgeschrittene Fähigkeit zur Einordnung und Beurteilung ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen in den genannten Bereichen.
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit. Grundlagen der Elektrotechnik, Messtechnik und Regelungstechnik, wie sie etwa im Bachelorstudiengang Engineering Science vermittelt werden.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester.
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	2 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	SS1	Hochfrequente Sensorsysteme	2V+1Ü	4
2	SS2	Mikrosensorik	2V+1Ü	3
		Summe:	6	7

10	Modulprüfung:	Eine schriftliche Prüfung
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung über zwei Semester = 90 h; wöchentlich 1 h Übung plus 1 h Vor- und Nachbereitung über zwei Semester = 60 h; 60 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 210 Arbeitsstunden.

Modul VM

1	Modulname:	**Verbrennungsmotoren**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Technische Thermodynamik und Transportprozesse
3	Bereich:	Pflichtbereich / Kompetenzfeld Motor
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Einführung in die Thermodynamik von Kraftmaschinen; ideale Vergleichsprozesse des Otto- und Dieselmotors; reale Beschreibung des Otto- und Dieselmotors; technische Möglichkeiten der Effizienzsteigerung; Bildung luftverunreinigender Spurenstoffe; alternative Brennverfahren; Anwendung und Vertiefung der Kenntnisse im Praktikum unter Einsatz moderner Otto- und Dieselmotoren auf einem Motorprüfstand.
	b) Qualifikationsziel:	Fachkompetenz in der Analyse, Bewertung, Weiterentwicklung und Optimierung motorischer Verbrennungsprozesse.
5	Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse im Umfang eines universitären Bachelorstudiengangs, speziell in Technischer Thermodynamik.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	2 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	VM1	Verbrennungsmotoren: Thermodynamische Aspekte	2V+1Ü	4
2	VM2	Praktikum Verbrennungsmotoren	3P	3
		Summe:	6	7

10	Modulprüfung:	Portfolioprüfung aus a) Testaten und Praktikumsberichten und b) einer schriftlichen Prüfung. Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; wöchentlich 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; wöchentlich ein Praktikumsversuch à 3 h plus 3 h Vorbereitung und Auswertung je Versuch = 90 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 210 Arbeitsstunden.

Module des Wahlpflichtbereichs — 1) Kompetenzfeld Materialien und Werkstoffe im Automobil

Modul BB

1	Modulname:	**Batterien und Brennstoffzellen**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Werkstoffverarbeitung
3	Bereich:	Wahlpflichtblock „Kompetenzfeld Materialien und Werkstoffe im Automobil“
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Zusammenfassung elektrochemischer und stofflicher Grundlagen unterschiedlicher galvanischer Zelltypen (Batterien, SC, BZ, Red-Ox Flow), Zusammenfassung der Grundlagen photoelektrisch aktiver Werkstoffe, gemeinsame Aspekte der Ladungstrennung und des Transports; Elektrolyte und Elektroden-Werkstoffe für Nieder- und Hochtemperatur-Batterien und -Brennstoffzellen; energetische Aspekte (Leistung, Energiedichte, Wirkungsgrad) am Beispiel existierender Systeme, Entwicklungstrends bei Batterien, Brennstoffzellen und PV-Systemen.
	b) Qualifikationsziel:	Kompetenz zur Einordnung elektrochemischer Energiespeicher und Wandler sowie photovoltaischer Systeme in das Gesamtgebiet stationärer und mobiler Energiespeicher und -wandler; vertiefte Kenntnisse über im Einsatz befindliche elektrochemische und PV-Systeme.
5	Voraussetzungen:	Dem Bachelorstudium Engineering Science entsprechende allgemeine ingenieur-, material- und naturwissenschaftliche Kenntnisse, Grundlagen der Elektrotechnik.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	BB1	Batterien, Brennstoffzellen und photovoltaische Systeme	2V+1P	4
2	BB2	Charakterisierung von Batterien und Brennstoffzellen	1Ü	1
		Summe:	4	5

10	Modulprüfung:	Eine schriftliche Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung + 1 h Nachbereitung = 45 h; wöchentlich ein Praktikumsversuch à 1 h plus 2 h Vorbereitung und Auswertung je Versuch = 45 h; wöchentlich 1 h Übung + 1 h Vor- und Nachbereitung = 30 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 150 Arbeitsstunden.

Modul EEE

1	Modulname:	**Elektrochemische Energiespeicher und Energiewandlung**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Funktionsmaterialien
3	Bereich:	Wahlpflichtblock „Kompetenzfeld Materialien und Werkstoffe im Automobil“
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Einführung in die Grundlagen und Messtechniken elektrochemischer und thermoelektrischer Prozesse; elektrochemische Energiespeicher; Anwendungen und Materialien elektrochemischer Systeme; Energiewandlung mit thermoelektrischen Prozessen.
	b) Qualifikationsziel:	Wissen erwerben über elektrochemische und thermoelektrische Prozesse und Messtechniken; elektrochemische Energiespeicher verstehen und beurteilen können; elektrochemische Messtechniken anwenden können.
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit; einem ingenieurwissenschaftlichen universitären Bachelorstudiengang entsprechende Grundlagen in Chemie, Physik und Werkstoffwissenschaft.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	EEE1	Elektrochemische Grundlagen und Messtechniken	1V+1Ü	2
2	EEE2	Anwendungen und Materialien elektrochemischer Systeme	1V + 1P	2
3	EEE3	Thermoelektrische Materialien	1V	1
		Summe:	5	5

10	Modulprüfung:	Portfolioprüfung aus a) Praktikumstestat und b) einer mündlichen Prüfung. Die Modulnote entspricht der Note der mündlichen Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 1,5 h Vor- und Nachbereitung = 67,5 h; wöchentlich 1 h Übung plus 0,5 h Vor- und Nachbereitung = 22,5 h; wöchentlich 1 h Praktikum plus 0,5 h Vor- und Nachbereitung = 22,5 h; 37,5 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 150 Arbeitsstunden.

Modul FA

1	Modulname:	**Fügetechniken im Automobilbau**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Metallische Werkstoffe
3	Bereich:	Wahlpflichtblock „Kompetenzfeld Materialien und Werkstoffe im Automobil“
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Einführung in die Fertigungsverfahren des Fügens (Fügen durch Umformen, Schweißen, Löten, Kleben,….)
	b) Qualifikationsziel:	Verständnis elementarer Schlussarten von Fügeverbindungen; Einordnung der Fügeverfahren mit Beispielen, Möglichkeiten der Lasermaterialbearbeitung; Verständnis grundlegender Lichtbogenschweißverfahren in Theorie und Praxis.
5	Voraussetzungen:	Materialwissenschaftliche Kenntnisse
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	FA1	Fügetechnik und Lasermaterialbearbeitung	2V	3
2	FA2	Schweißkurs	1V+1P	2
		Summe:	4	5

10	Modulprüfung:	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung + 2 h Nachbereitung = 60 h; Blockveranstaltung 15 h Vorlesung + 30 h Vor- und Nachbereitung + 15 h Praktikum = 60 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 150 h Arbeitsstunden.

Modul FM

1	Modulname:	**Funktionsmaterialen im Automobil**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Funktionsmaterialien
3	Bereich:	Wahlpflichtblock „Kompetenzfeld Materialien und Werkstoffe im Automobil“
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Werkstoffe für Abgasnachbehandlungssysteme, Materialien für Sensoren und Katalysatoren, ausgewählte Herstelltechnologien für Sensoren und Katalysatoren. Elektroniktechnologien, wie sie für einen in der Automobil- oder Automobilzuliefererindustrie tätigen Ingenieur benötigt werden; besonderer Schwerpunkt liegt auf der Aufbau- und Verbindungstechnik.
	b) Qualifikationsziel:	Werkstoffkompetenz in der Abgasnachbehandlungstechnologie; Fähigkeit zur werkstofflichen Beurteilung solcher Systeme; Überblick über die Elektroniktechnologie; Beurteilungskompetenz zur Elektroniktechnologie, wie sie für einen in der Automobil- oder Automobilzuliefererindustrie tätigen Ingenieur notwendig ist, mit besonderer Berücksichtigung materialwissenschaftlicher Aspekte.
5	Voraussetzungen:	Abgeschlossener Bachelor-Studiengang Engineering Science oder vergleichbar. Empfohlen sind Vorkenntnisse aus Modul KE.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester.
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	FM1	Werkstoffe für Katalyse und Abgasnachbehandlung	2V	2
2	FM2	Elektroniktechnologie im Automobil	2V	3
		Summe:	4	5

10	Modulprüfung:	Eine mündliche Prüfung
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 4 h Vorlesung + 4 h Nachbereitung = 120 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 150 Arbeitsstunden.

Module des Wahlpflichtbereichs — 2) Individuelle Kompetenzerweiterung

Modulbereich FK

1	Modulbereichsname:	**Fachliche Kompetenzerweiterung**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstühle der Fakultät für Ingenieurwissenschaften; Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften / die jeweiligen Dozenten.
3	Bereich:	Individuelle Kompetenzerweiterung
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Dieser Modulbereich ist eine „Klammer“ für Wahlpflichtmodule, die die Studierenden individuell aus einer regelmäßig aktualisierten Liste auszuwählen haben. Die Module behandeln studiengangsrelevante fachliche Themen aus den Ingenieurwissenschaften sowie aus der Mathematik, der Informatik oder den Naturwissenschaften.
	b) Qualifikationsziel:	Individuelle Kompetenzerweiterung, Erwerb berufsfeldrelevanter fachlicher Kompetenzen, die zuvor nicht in ausreichendem Maße vorhanden waren. Siehe die Einzelbeschreibungen der wählbaren Module („Modulliste für den Bereich FK“).
5	Voraussetzungen:	Siehe Einzelankündigungen der jeweiligen Module.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester.
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer der Module:	2 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	
	Es sind Module aus einer regelmäßig aktualisierten „Modulliste für den Bereich FK“ im Umfang von zusammen mindestens 20 LP zu belegen.	
10	Modulprüfungen	Je Modul eine Prüfung wie per Einzelankündigung
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Modulbereich insgesamt: 600 h.

Modulbereich ÜK

1	Modulbereichsname:	**Überfachliche Kompetenzerweiterung**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Rechts-, Wirtschafts-, Sprach-, Literatur-, Kulturwissenschaften / die jeweiligen Dozenten.
3	Bereich:	Individuelle Kompetenzerweiterung
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Dieser Modulbereich ist eine „Klammer“ für Wahlmodule, die die Studierenden individuell aus einer regelmäßig aktualisierten Liste auszuwählen haben. Die Module behandeln außerfachliche Themen, etwa aus den Bereichen Betriebswirtschaftslehre, Recht, Gesellschaftswissenschaften oder Sprachen.
	b) Qualifikationsziel:	Individuelle Horizonterweiterung, Erwerb berufsfeldrelevanter außerfachlicher Kompetenzen, die zuvor nicht in ausreichendem Maße vorhanden waren.
5	Voraussetzungen:	Siehe Einzelankündigung des jeweiligen Faches.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester.
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 oder 2 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	
	Es sind Module aus einer regelmäßig aktualisierten „Gesamtliste für den Bereich ÜK“ im Umfang von zusammen mindestens 5 LP zu belegen.	
10	Modulprüfung(en)	Benotete oder unbenotete Prüfungsleistungen (letztere dann nur „mit Erfolg bestanden“), abhängig vom belegten Fach.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Modulbereich insgesamt: 150 h.

Modulliste für den Bereich FK

Modul CV

1	Modulname:	**Chemische Verfahrenstechnik**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Chemische Reaktionstechnik/ Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Motor
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Ausgewählte Prozesse der chemischen Industrie (z. B. Ammoniaksynthese, Hydrierungsprozesse zur Produktion von Fein- und Bulkchemikalien, Hydrofomylierung, Herstellung organischer Nitroprodukte, industrielle Elektrolyse), Vertiefung der thermoynamischen und kinetischen Aspekte der Reaktionstechnik, Sicherheitsaspekte chemischer Reaktoren, spektroskopische, chromatographische und thermogravimetrische Methoden der Charakterisierung chemischer Verbindungen (Produkte, Katalysaoren), Bestimmung der inneren Oberfläche poröser Feststoffe/ Katalysatoren (BET), theoretische und apparative Grundlagen dieser Methoden und Messverfahren.
	b) Qualifikationsziel:	Fähigkeit zur Konzipierung und Auslegung chemischer Produktionsprozesse und Anlagen (insbesondere von chemischen Reaktoren) durch Anwenden von Modellierung und experimentellen Daten; Methodenkompetenz in der Anwendung moderner Analyseverfahren in der chemischen Verfahrenstechnik; Einübung zentraler Aspekte der Methodenkompetenz wie: Wissenslücken erkennen und schließen, Wissen auf neue Probleme anwenden, selbständiges Arbeiten, Problemlösungsfähigkeit, analytische Fähigkeiten, Kritikfähigkeit.
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit. Einem ingenieurwissenschaftlichen universitären Bachelorstudiengang entsprechende Kenntnisse in Mathematik und den Naturwissenschaften, Grundlagen der chemischen Verfahrenstechnik.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	CV1	Chemische Reaktionstechnik	2V+1P	4
2	CV2	Analytische Methoden in der chemischen Verfahrenstechnik	1V+1P	2
		Summe:	5	6

10	Modulprüfung:	Eine schriftliche Prüfung
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 1,5 h Nachbereitung = 67,5 h; wöchentlich 2 h Praktikum plus 2,5 h Vor- und Nachbereitung = 67,5 h; 45 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 180 Stunden.

Modul CS

1	Modulname:	**Computersehen**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Informatik / Lehrstuhl für Angewandte Informatik III
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mechatronik
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Standbilder (Spektralanalyse, Digitalisierung, Filterung, Segmentierung, Merkmalsbestimmung, Modellanpassung), Tiefenbilder, Bewegtbilder, Stereobilder, Multikamerabilder, Schichtbilder.
	b) Qualifikationsziel:	Das Modul vermittelt ein systematisches und vertieftes Verständnis der Methoden zur Analyse und Verarbeitung von komplexen Sensorsignalen. Insbesondere wird das Verständnis der Datenverarbeitung verschiedenster Arten und Kombinationen von Kamerabildern vermittelt. Die Anwendungen liegen beispielsweise in den Bereichen Automatisierung, Qualitätssicherung, Verkehrstechnik oder Sicherheitstechnik.
5	Voraussetzungen:	Kenntnis einer höheren Programmiersprache. Englische Sprachkenntnisse (die Vorlesung wird nach Bedarf auf deutsch oder englisch gelesen).
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	CS	Computersehen	2V+1Ü	5
		Summe:	3	5

10	Modulprüfung:	Mündliche Teilprüfung (die während der Vorlesungszeit erbrachten Übungsleistungen werden bei der Bildung der Gesamtnote mit berücksichtigt).
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; wöchentlich 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; 60 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 150 Arbeitsstunden.

Modul DY

1	Modulname:	**Dynamik**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Material- und Prozesssimulation
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mechanische Systeme
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Kinematik des Massenpunktes und des starren Körpers; Newtonsche Kinetik des Massenpunktes, von Massenpunkt-Systemen, Kinetik des starren Körpers; Stoßvorgänge; analytische Prinzipien der Mechanik (Prinzip von d'Alembert, Lagrange-Formalismus); Schwingungen mit einem und mehreren Freiheitsgraden; Lösungsverfahren für Bewegungsgleichungen.
	b) Qualifikationsziel:	Kenntnisse der physikalischen Grundgesetze der Dynamik; Grundkompetenzen zur Analyse einfacher mechanischer Systeme mit dem Ziel der Modellformulierung und Aufstellen von Bewegungsgleichungen; Anwendung der Methoden der Newtonschen Mechanik, des Prinzips von d’Alembert und des Lagrange-Formalismus; Methodenkompetenz zur Lösung von Bewegungsgleichungen; Kompetenz zur Analyse von schwingenden Systemen; Übertragung der Methoden der Dynamik auf ausgewählte Komponenten des Automobils (Transferkompetenz).
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit. Dem Bachelorstudium Engineering Science entsprechende ingenieurwissenschaftliche Grundkenntnisse, speziell in Mechanik.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	DY	Technische Mechanik III	2V+2Ü	5
		Summe:	4	5

10	Modulprüfung:	Eine schriftliche Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung + 2 h Nachbereitung = 60 h; wöchentlich 2 h Übung + 2 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 150 Arbeitsstunden.

Modul EB

1	Modulname:	**Eingebettete Systeme**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Informatik / Lehrstuhl für Angewandte Informatik III
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mechatronik
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Einleitung (allgemeine Struktur, Beispiele), Echtzeitsysteme (Modellierung und Entwurf), Programmierung (Sprachen und Konzepte), Algorithmen (Signalverarbeitung, digitale Regelung, Fuzzy-Logik, neuronale Netze), Datenübertragung (Feldbusse und AD/DA-Wandlung), Peripherie (Mikro-Sensorik und -Aktuatorik), Technologien (SPS, µController, DSP, PLD).
	b) Qualifikationsziel:	Das Modul vermittelt allgemein die informationsverarbeitenden Methoden im Bereich der eingebetteten Systeme. Insbesondere werden Methoden vermittelt zur Analyse, zur Modellierung, zum Entwurf, zum Aufbau, zur Programmierung und zur Anbindung von eingebetteten Systeme sowie Technologien für eingebettete Systeme. Hierbei wird auch der Umgang mit den nichtfunktionalen Eigenschaften (Echtzeitanforderungen, Fehlertoleranz, …) diskutiert.
5	Voraussetzungen:	Kenntnis einer höheren prozeduralen Programmiersprache. Englische Sprachkenntnisse (die Vorlesung wird nach Bedarf auf deutsch oder englisch gelesen).
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Unregelmäßig
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	EB	Eingebettete Systeme	2V+1Ü	5
		Summe:	3	5

10	Modulprüfung:	Mündliche Teilprüfung (die während der Vorlesungszeit erbrachten Übungsleistungen werden bei der Bildung der Gesamtnote mit berücksichtigt).
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; wöchentlich 1 h Übung plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 150 Arbeitsstunden.

Modul EO

1	Modulname:	**Einführung in die Optimierung**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Mathematik / Lehrstuhl für Wirtschaftsmathematik
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mathematik
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Beispiele für lineare Optimierungsaufgaben; Einordnung und Abgrenzung; Prinzip des Simplex-Algorithmus und Beispiele; Einführung in die Polyedertheorie; Optimalitäts-, Dualitäts- und Sensitivitätstheorie der linearen Optimierung; Simplex-Verfahren im Detail (Standard, revidiert, Netzwerk); polynomiale Komplexität und Innere-Punkte-Verfahren (Bericht); Überblick zu allgemeineren Optimierungsaufgaben (quadratisch, allgemeine nichtlineare Optimierung, diskrete Optimierung).
	b) Qualifikationsziel:	Verständnis und Beherrschung der Optimalitäts-, Dualitäts- und Sensitivitätstheorie der linearen Optimierung; Verständnis und Beherrschung von Grundlagen der Polyedertheorie; Verständnis und Beherrschung der wichtigsten numerischen Lösungsverfahren für die lineare Optimierung; Fähigkeit zu deren Computer-implementierung in einer höheren Programmiersprache; Fähigkeit zur Identifikation, Modellierung und Lösung von praktischen Problemstellungen der linearen Optimierung; Fähigkeit, Standard-Software zur Modellierung und Lösung linearer Optimierungs-aufgaben zu benutzen.
5	Voraussetzungen:	Analysis und lineare Algebra.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	EO	Einführung in die Optimierung	3V+2Ü	8
		Summe:	5	8

10	Modulprüfung:	Eine mündliche oder schriftliche Prüfung. Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 75 h; wöchentlich 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 60 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 240 h.

Modul ES

1	Modulname:	**Experimentelle Strömungsmechanik**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Technische Mechanik und Strömungsmechanik
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mechanische Systeme
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Grundlagen der experimentellen Strömungsmechanik (Erhaltungssätze, Kinematik von Strömungen, Stromfadentheorie; Bernoulli-Gleichung ohne und mit Verlusten); Grundlagen des Modellversuchswesens (Dimensionsanalyse, dimensionslose Kennzahlen, π-Theorem, Entdimensionierung von Gleichungen); Fehlerrechnung (Grundlagen, Auswertung von Messreihen); invasive und nicht-invasive Methoden zur Untersuchung von Strömungen (mechanisch, thermoelektrisch, optisch); Strömungsvisualisierung; Analogiemethoden; Praktikum: Anwendung von verschiedenen Messmethoden der experimentellen Strömungsmechanik, Untersuchung von Materialparametern (Viskosität, Dichte, Oberflächenspannung) sowie von Umströmungs- und Durchströmungsproblemen mit verschiedenen Messmethoden.
	b) Qualifikationsziel:	Fähigkeit zur experimentellen Analyse verschiedener Strömungsprobleme, Fähigkeit zur dimensionsanalytischen Beschreibung einfacher Strömungen, Fähigkeit zur Auswahl von geeigneten Strömungsmessverfahren, Fähigkeit zur Interpretation von Messergebnissen und Fehlerabschätzung im angegebenen Bereich.
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit. Dem Bachelorstudium Engineering Science entsprechende ingenieurmathematische und ingenieurwissenschaftliche Grundkenntnisse, speziell aus den Modulen MG und SM.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	ES	Experimentelle Strömungsmechanik	2V+2P	5
		Summe:	4	5

10	Modulprüfung:	Portfolioprüfung aus Testaten und Praktikumsberichten. Die Modulnote entspricht der gemittelten Note aus allen Testaten (Gewichtung 1/3) und allen Praktikumsberichten (Gewichtung 2/3).
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung + 2 h Nachbereitung = 60 h; wöchentlich ein Praktikumsversuch à 2 h plus 4 h Vorbereitung und Auswertung je Versuch = 90 h; Modul insgesamt: 150 Arbeitsstunden.

Modul GO

1	Modulname:	**Ganzzahlige lineare Optimierung**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Mathematik / Lehrstuhl für Wirtschaftsmathematik
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mathematik
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Beispiele für ganzzahlige lineare Optimierungsaufgaben; Branch-and-Bound; Komplexität von ganzzahliger linearer Optimierung; polyedrische Methode zur Schrankenbestimmung; ganzzahlige Polyeder; gültige Ungleichungen und Schnittebenen; Dualität, Relaxierungen, Zerlegungen; polynomiale Komplexität in fester Dimension.
	b) Qualifikationsziel:	Kenntnis wesentlicher Standard-Problemtypen der ganzzahligen linearen Optimierung; Verständnis und Beherrschung der polyedrischen Methode zur Bestimmung von Schranken für ganzzahlige lineare Optimierungsaufgaben; Verständnis und Beherrschung der wichtigsten numerischen Lösungsverfahren für die ganzzahlige lineare Optimierung, insbesondere Branch-and-Bound; Fähigkeit zu deren Computerimplementierung in einer höheren Programmiersprache; Fähigkeit zur Identifikation, Modellierung und Lösung von praktischen Problemstellungen der ganzzahligen linearen Optimierung; Fähigkeit, Standard-Software zur Modellierung und Lösung ganzzahliger linearer Optimierungsaufgaben zu benutzen.
5	Voraussetzungen:	Einführung in die Optimierung; Graphen- und Netzwerkalgorithmen.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Zweijährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	GO	Ganzzahlige lineare Optimierung	4V+2Ü	10
		Summe:	6	10

10	Modulprüfung:	Mündliche oder schriftliche Prüfung. Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; wöchentlich 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 60 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 300 h.

Modul GT

1	Modulname:	**Grenzschichttheorie**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Technische Mechanik und Strömungsmechanik
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mechanische Systeme
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Exakte Lösungen der Navier-Stokes-Gleichungen (stationäre Schichtenströmungen [Randwertprobleme]; instationäre Schichtenströmungen [Anfangswert-Randwertprobleme]; Rand- und Eigenwertprobleme); Grenzschichten (Grenzschichtannahmen und Vereinfachungen, Herleitung der Grenzschichtgleichungen, elliptische und parabolische Systeme); hydrodynamische und hydrothermische Anwendungen (Blasiussche Plattengrenzschicht, erzwungene Konvektion, natürliche Konvektion).
	b) Qualifikationsziel:	Fähigkeit zur Analyse spezieller strömungsmechanischer Problemstellungen, Fähigkeit zur Lösung spezieller Differentialgleichungen unter Berücksichtigung von Anfangs- und Randbedingungen.
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit, gute Kenntnisse der Strömungsmechanik (etwa aus Modul SM) und spezieller mathematischer Methoden (etwa aus den Modulen MG1 und MG2).
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	GT	Grenzschichttheorie	2V	4
		Summe:	2	4

10	Modulprüfung:	Eine mündliche Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung + 4 h Nachbereitung = 90 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 120 Arbeitsstunden.

Modul GV

1	Modulname:	**Grafikprogrammierung und Visualisierung**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mechatronik
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	GUIs und ihr Event-Handling am Beispiel der WinAPI, GTK+ und GTK#, Nutzung von Widgets. 3D-Grafikprogrammierung mit OpenGL bzw. OpenGL ES für Windows, LINUX, Mac OSX und Android: Datenstrukturen, Grafikprimitives, Hidden-Line-und Beleuchtungsalgorithmen. Wrapper für OpenGL zur Ansteuerung aus der WinAPI, X11 und GTK+. Einfache 3D-Grafikformate wie STL.
	b) Qualifikationsziel:	Fähigkeit zur Auswahl des passenden Widgetsets, Programmierung von einfachen GUIs, Auswahl und Ansteuerung der passenden Widgets. Fähigkeit zum Aufbau von einfachen 3D-Szenen, Einlesen und Verarbeiten solcher Szenen. Fähigkeit zum Erstellen einfacher Smartphone-Programme mit GUI und OpenGL.
5	Voraussetzungen:	Grundkenntnisse der Programmierung, insbesondere in C, entsprechend dem Modul PI im Bachelorstudiengang Engineering Science; Mathematikkenntnisse, besonders in Vektoralgebra und Vektoranalysis, entsprechend den Modulen MG1 und MG2 im Bachelorstudiengang Engineering Science.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	GV	Grafikprogrammierung und Visualisierung	2V	3
		Summe:	2	3

10	Modulprüfung:	Eine mündliche Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 90 Arbeitsstunden.

Modul LC

1	Modulname:	**Life Cycle Engineering**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Umweltgerechte Produktionstechnik
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Mechanische Systeme
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Instandhaltung und Service-Engineering: Mit ausgedehnter Produktverantwortung gewinnt der After-Sales-Zeitraum für Hersteller eine zunehmend hohe wirtschaftliche Bedeutung. Der Vorlesungsumfang umfasst entsprechend: Grundlagen zu den Geschäftsfeldern Instandhaltung und Service, Zuverlässigkeit von Konsum- und Industriegütern, Aufgaben und Handlungsfelder, Bedeutung für Gewerbebranchen und Industrieländer, Typologisierung von Dienstleistungen, Arbeitsfeld Instandhaltung und Service Engineering im Kfz-Service, Total Productive Maintenance, Facility Management, Fallbeispiele aus der Praxis. — Produktkreisläufe: Die industrielle Refabrikation von Erzeugnissen führt im Vergleich zur Neuproduktion zu deutlicher Steigerung der Ressourceneffizienz. Der Vorlesungsumfang umfasst entsprechend: Grundlagen und Grundprinzipien von Produktkreisläufen, typische Anwendungsfelder, Ermittlung von Ersatzteilbedarfen und Produktionsstrategien, Technologien der mechanischen und mechatronischen Refabrikation, Produkt- und Teilemanagement, Fallbeispiele aus der Praxis.
	b) Qualifikationsziel:	Produktionstechnische Fachkompetenz
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	LC1	Instandhaltung und Service-Engineering	1V+2Ü	3
2	LC2	Produktkreisläufe	1V+2Ü	3
		Summe:	6	6

10	Modulprüfung:	Eine schriftliche Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung + 2 h Nachbereitung = 60 h; wöchentlich 4 h Übung + 2 h Nachbereitung = 90 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 180 Arbeitsstunden.

Modul MK

1	Modulname:	**Motorenkonstruktion**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Motor
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Konstruktive Auslegung von Verbrennungsmotoren anhand ausgewählter Beispiele; Motorgehäuse (vertikal bzw. horizontal geteilt); Kurbeltrieb; Kolben; Ventiltrieb; Lager (Wälzlager, Gleitlager); Dichtungen; Schmierung; Berechnung statisch unbestimmter Balken; Betrachtung der Motorenentwicklung.
	b) Qualifikationsziel:	Kenntnisse zur Mechanik, Dynamik und konstruktiven Auslegung von Verbrennungsmotoren bzw. verwandter Maschinen; Fähigkeit zur Auswahl eines geeigneten Herstellungsverfahrens der jeweiligen Komponente sowie eines passenden Werkstoffes; Erkennen von konstruktiven Fehlern.
5	Voraussetzungen:	Fortgeschrittene Studierfähigkeit mit entsprechenden ingenieurwissenschaftlichen Grundkenntnissen, speziell in Mechanik und Konstruktionslehre.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	MK	Motorenkonstruktion	2V	3
		Summe:	2	3

10	Modulprüfung:	Eine schriftliche Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 90 Arbeitsstunden.

Modul MM

1	Modulname:	**Ausgewählte Kapitel der multimedialen Produktentwicklung und Konstruktion**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mechanische Systeme
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Techniken zur Erstellung von animierten Bauteilen- und Baugruppen auf der Basis von 3D-CAD-Konstruktionen; Techniken zur hochwertigen realitätsnahen 3D-Visualisierung von Daten aus professionellen CAD-Systemen in Echtzeit; Entwicklung von Bildern, Animationen und branchenspezifischen Anwendungsfällen. — Weiterführende Techniken zur Erstellung von multimedialen Inhalten (Film, Ton, Animation, Bild) auf der Basis von Bauteilen und Baugruppen aus 3D-CAD-Konstruktionsdateien; methodische Vorgehensweise der multimedialen Planung, Konzeption und Umsetzung anhand eines konkreten Visualisierungsprojektes.
	b) Qualifikationsziel:	Fähigkeit zur Erstellung professioneller Präsentationen, um in einem ganzheitlichen Produkterlebnis Entscheidungsprozesse beschleunigen zu können.
5	Voraussetzungen:	Konstruktions- und CAD-Kenntnisse entsprechend dem Modul KF im Bachelorstudiengang Engineering Science.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	2 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	MM1	Ausgewählte Kapitel der multimedialen Produktentwicklung und Konstruktion I	2V	3
2	MM2	Ausgewählte Kapitel der multimedialen Produktentwicklung und Konstruktion II	2V	3
		Summe:	4	6

10	Modulprüfung:	Eine mündliche Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung über zwei Semester = 120 h; 60 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 180 Arbeitsstunden.

Modul NM 1

1	Modulname:	**Einführung in die numerische Mathematik**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Mathematik / Lehrstuhl für Angewandte Mathematik
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mathematik
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Numerische Fehleranalyse, Kondition und Stabilität; Einführung in Algorithmen für lineare Gleichungssysteme, Eigenwertprobleme, Interpolation, Quadratur und nichtlineare Gleichungen bzw. Gleichungssysteme; Anwendungsbeispiele für diese Algorithmen.
	b) Qualifikationsziel:	Verständnis der Konzepte der Kondition numerischer Probleme und der Stabilität numerischer Algorithmen; Fähigkeit zur Analyse der Konvergenz und des Rechenaufwandes numerischer Algorithmen; Fähigkeit zur Wahl eines geeigneten Algorithmus für ein gegebenes Problem aus den behandelten Problemklassen; Fähigkeit zur Implementierung numerischer Algorithmen in einer höheren Programmiersprache.
5	Voraussetzungen:	Mathematikkenntnisse entsprechend den Modulen MG1 und MG2 im Bachelorstudiengang Engineering Science.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	NM1	Einführung in die numerische Mathematik	3V+2Ü	8
		Summe:	5	8

10	Modulprüfung:	Mündliche oder schriftliche Prüfung. Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 3 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 75 h; wöchentlich 2 h Übung plus 5 h Vor- und Nachbereitung = 105 h; 60 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 240 h.

Modul NM 2

1	Modulname:	**Numerische Methoden für gewöhnliche Differentialgleichungen**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Mathematik / Lehrstuhl für Angewandte Mathematik
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mathematik
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Einschrittverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen: Konvergenztheorie; Taylor-, Runge-Kutta- und Extrapolationsverfahren; Verfahren für steife Differentialgleichungen; Schrittweitensteuerung. Mehrschrittverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen: Konvergenztheorie; Beispiele konkreter Verfahren. Einführung in Algorithmen für ausgewählte weitere Problemklassen, z. B. Randwertprobleme gewöhnlicher Differentialgleichungen, stochastische gewöhnliche Differentialgleichungen und partielle Differentialgleichungen.
	b) Qualifikationsziel:	Verständnis der Funktionsweise numerischer Algorithmen zur Lösung gewöhnlichen Differentialgleichungen; Fähigkeit zur Wahl eines geeigneten Algorithmus für eine gegebene Klasse gewöhnlicher Differentialgleichungen; Fähigkeit zur Anpassung von Standard-Algorithmen an neue Problemstellungen; Fähigkeit zur Implementierung der behandelten Algorithmen in MATLAB oder einer höheren Programmiersprache.
5	Voraussetzungen:	Analysis, lineare Algebra, Einführung in die Numerik, gewöhnliche Differentialgleichungen.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Zweijährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	NM2	Numerische Methoden für gewöhnliche Differentialgleichungen	4V+2Ü	10
		Summe:	6	10

10	Modulprüfung:	Mündliche oder schriftliche Prüfung. Prüfungsvorleistung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 4 h Vorlesung plus 4 h Nachbereitung = 120 h; wöchentlich 2 h Übung plus 6 h Vor- und Nachbereitung = 120 h; 60 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 300 h.

Modul RH

1	Modulname:	**Rheologie**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Technische Mechanik und Strömungsmechanik
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mechanische Systeme
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Grundlagen der Rheologie (Einordnung, Materialeigenschaften, Spannungstensor und kinematische Tensoren, Bilanzgleichungen); Grundströmungen, Materialeigenschaften, Materialfunktionen, rheologische Experimente in Scher- und scherfreien Strömungen; rheologische Eigenschaften und deren Modellierung (viskose und elastische Eigenschaften, lineare Viskoelastizitätstheorie, Analogiemodelle); Einführung in die Scherrheometrie (druckgetriebene Strömungen: Theorie, Korrekturen; Schleppströmungen: Theorie und Anwendung verschiedener Messsysteme, Messfehler, Korrekturen; Interpretation von Messergebnissen)
	b) Qualifikationsziel:	Beherrschung der Grundlagen der Rheologie; Erkennen der Unterschiede zwischen Newtonschem und nicht-Newtonschem Verhalten; Auswahl, Anwendung und Parameteridentifikation einfacher rheologischer Modelle; Berechnung von Strömungen nicht-Newtonscher Fluide; Fähigkeiten zur Auswahl problemgeeigneter Messgeräte und Messgeometrien; Kenntnisse über Fehler- und Korrekturmöglichkeiten; Sicherheit im Umgang mit modernen Rheometern.
5	Voraussetzungen:	Solide Kenntnisse der Technischen Mechanik und Strömungsmechanik
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich im Sommersemester
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	RH1	Rheologie	2V+1Ü	4
2	RH2	Praktikum Rheologie	1P	1
		Summe:	4	5

10	Modulprüfung:	Portfolioprüfung aus a) einer schriftlichen Prüfung und b) Testaten und Praktikumsberichten. Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung + 1 h Nachbereitung = 45 h; wöchentlich 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; wöchentlich ein Praktikumsversuch à 1 h plus 1 h Vorbereitung und Auswertung je Versuch = 30 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 150 Arbeitsstunden.

Modul RO

1	Modulname:	**Robotik**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Informatik / Lehrstuhl für Angewandte Informatik III
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mechatronik
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Mechanik; Geometrie; Kinematik (vorwärts, rückwärts, Jacobi); Dynamik; Trajektorien; Programmierung; Sensoren (interne, externe, Integration); Steuerungsarchitekturen.
	b) Qualifikationsziel:	Das Modul vermittelt ein systematisches und vertieftes Verständnis der Methoden zur Ansteuerung von komplexen, sich bewegenden Maschinen. Insbesondere werden Methoden zum Aufbau, zur Modellierung, zur Steuerung und zur Programmierung vermittelt. Die Anwendungen liegen beispielsweise in den Bereichen Industrie-robotik, mobile Robotik, humanoide Robotik oder Werkzeug-maschinen.
5	Voraussetzungen:	Kenntnis einer höheren Programmiersprache. Englische Sprach-kenntnisse (die Vorlesung wird nach Bedarf auf deutsch oder englisch gelesen).
6	Verwendungsmög-lichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	RO	Robotik I	2V+1Ü	5
		Summe:	3	5

10	Modulprüfung:	Mündliche Teilprüfung (die während der Vorlesungszeit erbrachten Übungsleistungen werden bei der Bildung der Gesamtnote mit berücksichtigt).
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; wöchentlich 1 h Übung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 45 h; 60 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 150 Arbeitsstunden.

Modul TF

1	Modulname:	**Thermofluiddynamik**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Technische Thermodynamik und Transportprozesse
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Motor
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Vermittlung von Grundlagen zur numerischen Simulation von thermofluiddynamischen Prozessen mittels CFD-Programmen; Behandlung verschiedener Diskretisierungsverfahren wie Finite Elemente und Finite Volumen; problemorientierte Definition von Anfangs- und Randbedingungen; Ansätz zur Turbulenzmodellierung; Anwendung und Vertiefung der Kenntnisse im Praktikum, mit Einarbeitung in ein kommerzielles CFD-Softwaresystem und Bearbeitung eines Kleinprojektes in Gruppen.
	b) Qualifikationsziel:	Fachkompetenz in der Auswahl und Anwendung einer je nach Problemstellung geeigneten CFD-Software; Fähigkeit zur sachgerechten Bewertung von Simulationsergebnissen.
5	Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse im Umfang eines universitären Bachelorstudiengangs, speziell in Strömungsmechanik und Technischer Thermodynamik
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Jahr
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	2 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	TF1	Modelle und Simulation thermofluiddynamischer Prozesse	2V	3
2	TF2	Praktikum thermofluiddynamische Prozesse	2P	3
		Summe:	4	6

10	Modulprüfung:	Portfolioprüfung aus a) Testaten und Praktikumsberichten und b) einer schriftlichen Prüfung. Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h; wöchentlich ein Praktikumsversuch à 2 h plus 4 h Vorbereitung und Auswertung je Versuch = 90 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 180 Arbeitsstunden.

Modul TU

1	Modulname:	**Turbulenz**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Technische Mechanik und Strömungsmechanik
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Mechanische Systeme
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Grundlagen (Stochastik und Mittelungsmethoden; Reynoldssche Aufspaltung; gemittelte Bilanzgleichungen für Masse, Impuls, mechanische Energie, Temperatur; Schließungsproblematik; Korrelationen und Maße; semiempirische Schließbedingungen; Dimensionsanalyse; universelles Wandgesetz); Anwendungen (turbulente Strömung in Wandnähe ohne und mit Druckgradienten, Einfluss der Wandrauigkeit, Mittengesetz, turbulente Grenzschicht, turbulente freie Ränder).
	b) Qualifikationsziel:	Kenntnis spezieller mathematischer Methoden zur Berechnung stochastischer Prozesse, Fähigkeit zur Analyse und Modellierung turbulenter Strömungen
5	Voraussetzungen:	Gute Kenntnisse der Strömungsmechanik (etwa aus Modul SM) sowie der Ingenieurmathematik (etwa aus den Modulen MG I und MG II). Kenntnisse der experimentellen Strömungsmechanik, wie sie in Modul ES vermittelt werden, sind von Vorteil.
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	1 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	TU	Turbulenz	2V	4
		Summe:	2	4

10	Modulprüfung:	Eine mündliche Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung + 4 h Nachbereitung = 90 h; 30 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 120 Arbeitsstunden.

Modul VB

1	Modulname:	**Verbrennung**
2	Fachgebiet / Verantwortlich:	Ingenieurwissenschaften / Lehrstuhl für Technische Thermodynamik und Transportprozesse
3	Bereich:	Fachliche Kompetenzerweiterung / Kompetenzfeld Motor
4	Inhalt und Qualifikationsziel:	
	a) Inhalt:	Thermodynamische, chemische und fluiddynamische Grundlagen der Verbrennung; Entstehung von Schadstoffen bei der Verbrennung und Maßnahmen zur Emissionsminderung; energieeffizientes Design von Brennern und Feuerungsanlagen; Grundlagen der technischen Optik; ausgewählte (laser-)optische Messverfahren und deren Anwendung in der Verbrennungsforschung.
	b) Qualifikationsziel:	Methodenkompetenz zur Charakterisierung und Bewertung moderner Verbrennungstechnologien; Fähigkeit zur Optimierung von Verbrennungsprozessen im Hinblick auf Energieeffizienz und Umweltbeeinträchtigungen.
5	Voraussetzungen:	Ingenieur- und naturwissenschaftliche Kenntnisse im Umfang eines universitären Bachelorstudiengangs, speziell in Technischer Thermodynamik, Physik und Chemie
6	Verwendungsmöglichkeit im Studium:	Ab dem ersten Semester
7	Angebotshäufigkeit:	Jährlich
8	Dauer des Moduls:	2 Semester
9	Zusammensetzung und Leistungspunkte:	

Nr.	Kennung	Veranstaltung	SWS	LP
1	VB1	Grundlagen der Verbrennung	2V	3
2	VB2	Lasermessverfahren der Thermofluiddynamik	2V+1P	4
		Summe:	5	7

10	Modulprüfung:	Portfolioprüfung aus a) Testaten und Praktikumsberichten und b) einer schriftlichen Prüfung. Die Modulnote entspricht der Note der schriftlichen Prüfung.
11	Studentischer Arbeitsaufwand:	Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung über zwei Semester = 120 h; wöchentlich ein Praktikumsversuch à 1 h plus 1 h Vorbereitung und Auswertung je Versuch = 30 h; 60 h Prüfungsvorbereitung. Modul insgesamt: 210 Arbeitsstunden.