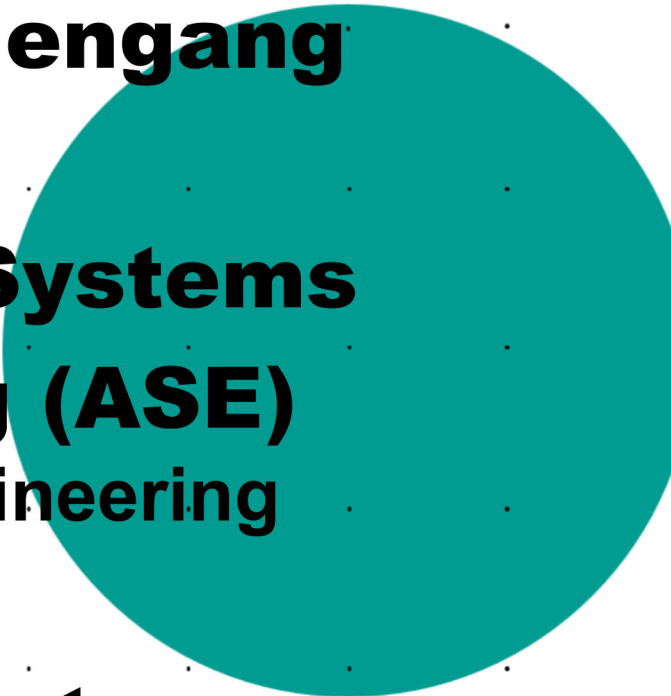




Modulhandbuch für den Studiengang



Automotive Systems Engineering (ASE) Master of Engineering

HTWG Konstanz



Nach SPO Nr. 4

(Version nach Amtsblatt Nr. 112 | Senat 11.05.2021)
Stand: 29.09.2026



Gültig ab SS 2026



Qualifikationsziele des Studienganges

Der Masterstudiengang Automotive Systems Engineering (ASE) ist thematisch im Zentrum des Maschinenbaus angesiedelt und vertieft die im Bachelorstudiengang erlernten Grundlagen. Der Masterabschluss befähigt zu einer wissenschaftlichen Promotion. Da das Fahrzeug als System betrachtet wird, erhalten sowohl die Simulation, Kenntnis, Beurteilung und Auslegung der Komponenten wie auch des Gesamtsystems breiten Raum.

Das Ausbildungsziel des Studiengangs ist die Qualifizierung für eine verantwortliche Berufstätigkeit in einem interdisziplinären Team in der Vor- und Serienentwicklung, der Konstruktion, der angewandten wissenschaftlichen Forschung, im Versuch oder in der Projektleitung, insbesondere aber nicht ausschließlich bei Fahrzeug- und Komponentenherstellern sowie Entwicklungsdienstleistern. Daraus leiten sich die Qualifikationsziele des Studiengangs ab.

Der ASE-Master legt Schwerpunkte im Bereich der CO₂-freien Antriebe mit den beiden Pflichtfächern powertrain and connected control unit sowie Brennstoffzellen und elektrische Antriebe. Ziel ist es, den Studierenden technologieoffen alle am Markt befindlichen Antriebssysteme wie Batterie-Elektrische Fahrzeuge, Brennstoffzellen-Antriebe und Hybrid-Fahrzeuge näher zu bringen. In diesem Kontext lernen sie Komponentenwissen zu Batterien, elektrischen Antrieben sowie verschiedenen Arten von Brennstoffzellen. Darüber hinaus wird der Aspekt der gesellschaftlichen Verantwortung mit Schwerpunkt Nachhaltigkeit adressiert.

Der zweite Schwerpunkt im Bereich Simulation & virtuelle Fahrzeugentwicklung und Erprobung wird mit den Pflichtmodulen Finite-Elemente-Methoden und Strömungssimulation, Modellbildung und Regelung mechatronischer Systeme, Systemdynamik und Simulation von Mehrkörpersystemen sowie dem WPM Energieeffiziente Fahrzeugtechnik realisiert. Hier erlernen die Studierenden neben methodischen Fähigkeiten zur Modellbildung den Umgang mit Industrie-Standard-Software wie Ansys, matlab/simulink, MSC ADAMS und IPG Carmaker. Zudem erlernen Sie Wissen zu numerischen solver-Methoden und Auswertungen im Bereich des postprocessing.

Persönlichkeitsbildung wird fachübergreifend durch interdisziplinäres Arbeiten in Teams, Präsentationsfähigkeit und Kommunikation technischer Sachverhalte gefördert.

Inhalt

Das Modulhandbuch informiert in erster Linie über die in den Modulen zu erwerbenden Kompetenzen und Lerninhalte, die beide Gegenstand ständiger Aktualisierung sind.

Einordnung

Umfänge, Prüfungsformen und formale Prüfungsvoraussetzungen sind in der Studien- und Prüfungsordnung (SPO) entscheidend und rechtlich bindend festgelegt. Das Modulhandbuch ist der SPO untergeordnet. Informationen zu den „Inhaltlichen Teilnahmevoraussetzungen“ und zur „Verwendbarkeit des Moduls“ beschreiben inhaltliche Verknüpfungen, thematische Verwandtschaften und sinnvolle Reihenfolgen und Kombinationen, die durch den Regelstudienplan bereits sichergestellt werden.

Legende

Hinsichtlich Veranstaltungsart, Prüfungsform und Prüfungsart werden die Bezeichnungen aus der Studien- und Prüfungsordnung verwendet und auf diese verwiesen (siehe Studien- und Prüfungsordnung der Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung für die Masterstudiengänge (SPOMa) § 32).

Abkürzungen

SWS	=	Semesterwochenstunden
ECTS	=	European Credit Transfer System
PM	=	Pflichtmodul
WPM	=	Wahlpflichtmodul
GS	=	Grundstudium
HS	=	Hauptstudium
V	=	Vorlesung
Ü	=	Übung (mit Betreuung)
LÜ	=	Laborübung
W	=	Workshop, Seminar
P	=	Praktikum
E	=	Exkursion
PSS	=	Integriertes praktisches Studiensemester
Kx	=	Klausur (x = Dauer in Minuten)
Mx	=	Mündliche Prüfung (x = Dauer in Minuten)
R	=	Referat
SP	=	sonstige schriftliche oder praktische Arbeit
AB	=	Ausarbeitungen/Berichte
LP	=	Labor-/Programmierarbeiten
PR	=	Präsentation
TE	=	Testat
PJ	=	Projekt
S	=	Studienarbeit, Projektarbeit
L	=	Laborarbeit, Laborbericht, praktische Arbeit
EN	=	Englischsprachige Veranstaltung
X	=	Prüfungsmodus abhängig von der gewählten Veranstaltung

Dokumentinformation

Version: SPO Nr. 4 | Version nach Amtsblatt Nr. 112 | Senat 11.05.2021
Stand: 29.09.2026
Editoren: Prof. Dr. Alexander Basler, Elisa Andresen
Indigit: Automatisch generiert am 26.10.2026 um 08:40 Uhr

Modul 01	Finite-Elemente-Methoden und Strömungssimulation			
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
Prof. Dr. A. Lohmberg	WS	FEM_ASE	8	240 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	1 Semester	6	90 h	150 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	PM	1	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	Technische Mechanik (Festigkeitslehre), Grundlagen Strömungsmechanik, Matrizenrechnung, Lineare Algebra
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul: MKS_ASE, FZT_ASE, PA_ASE

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)	S		
	Moduleilprüfung (MTP)			
Zusammensetzung der Endnote	☒ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☐ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Moduleilprüfungen ☐ Sonstiges:			

Lernziele des Moduls	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> · kennen die theoretischen Grundlagen der Strömungssimulation. · kennen die theoretischen Grundlagen der Verformung von Festkörpern. · haben den Überblick, neue Werkstofftypen (z.B. smart materials, Faserverbundwerkstoffe) in die Konzepte der Verformung einzubeziehen. · kennen moderne CAx-Werkzeuge für die mechanische Systemanalyse und können sie informationstechnisch nachvollziehen. · sind in der Lage, die verschiedene Simulationstools zur Berechnung von Bauteilspannungen und Verformungen,- Schwingungen und Eigenformen zu verstehen, zu benutzen und die Ergebnisse zu interpretieren. · können trotz fehlender oder widersprüchlicher Randbedingungen durch Anwendung ingenieurwissenschaftlichen Urteilsvermögens zu konsistenten Vorgaben für die Simulation gelangen. · besitzen die Fähigkeit, in der Praxis auftretende Deformations- und Beanspruchungsprobleme zu analysieren und Lösungen auszuarbeiten. · können fluidtechnische Komponenten modellieren und simulieren. · kennen Fehlerquellen und Unsicherheiten bei einer Simulation und sind in der Lage, diese durch eine geeignete Vorgehensweise auszuschließen oder zu quantifizieren. · sind in der Lage, durch die Simulation interessierende Größen zu bestimmen, zu interpretieren und geeignete Optimierungen vorzunehmen. · können die Simulationsergebnisse kritisch bewerten, in den Gesamtzusammenhang des Anwendungsfalls einordnen · können die Ergebnisse präsentieren und dabei die Sprache an den Zuhörerkreis (Fachkollegium, Management, Öffentlichkeit) anpassen. <p>Das Modul vermittelt: 2 Fachkompetenz - 1 Methodenkompetenz - 3 Sozial-/Selbstkompetenz</p>
-----------------------------	---

Lehr- und Lernformen	☒ Vorlesung ☒ Übung ☒ Selbststudium ☐ Workshop/Seminar ☒ Projekt ☐ Labor ☐ Exkursion ☐ E-Learning ☐ Sonstiges:
-----------------------------	--

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
--------------------	-----	-----	------	------------

Strömungssimulation Prof. Dr. A. Lohmberg	V, Ü	3	4	<ul style="list-style-type: none"> · Einführung in ANSYS-CFX, anhand von Beispielen für Innen- und Außenströmungen · Erhaltungsgleichungen und Modelle der Strömungsmechanik (Navier-Stokes und RANS-Gleichungen, Turbulenz) · Diskretisierung · Netzerstellung, Netzqualität, Wandbehandlung · Randbedingungen und Interfaces · Fehler und Unsicherheiten · eigenständiges (aber betreutes) projektbezogenes Arbeiten der Studierenden anhand komplexer Beispiele, insbesondere aus der Automobiltechnik mit Präsentation der Ergebnisse
Finite-Elemente-Methoden Prof. Dr. B. Lege	V, Ü	3	4	<p>Einführung in ein Simulationstool (z.B. ANSYS) in einer Übung anhand von Beispielen</p> <ul style="list-style-type: none"> · Strukturanalyse: Einführung und Vertiefung in die Methode der finiten Elemente (FEM) · Berechnung von Spannungen und Deformationen; · Bestimmen von Eigenfrequenzen und Eigenschwingungsformen · Optimierung von mechanischen Systemen · Multiphysiksimulationen · Projekt: Eigenständiges (aber betreutes) projektbezogenes Arbeiten der Studierenden anhand komplexer Beispiele mit Präsentation der Ergebnisse.

Literatur/Medien	<p>Lohmberg, A.: vorlesungsbegleitende Präsentation zum Download Lecheler, S.: Numerische Strömungsberechnung, Springer Vieweg, 2023 Patankar, S. V.: Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Taylor & Francis, 1980 Schwarze, R.: CFD-Modellierung, Springer, 2013 Gebhardt, C.: Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench, Einführung in die lineare und nichtlineare Mechanik, 3. Auflage 2018, Carl Hanser Verlag München, 2018 Steibler, P.: Vorlesungsvorlage Bauteilanalyse WS 2011/2012, unveröffentlicht Lege, B.: vorlesungsbegleitende Präsentationen zum Download ANSYS in der Version 2026b</p>		
Sprache	Deutsch	Zuletzt aktualisiert	09.02.2026

Modul 02	Modellbildung und Regelung mechatronischer Systeme			
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
Prof. Dr. R. Nägele	SS	MOD_ASE	8	240 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	1 Semester	8	105 h	135 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	PM	B	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	Grundlagen Regelungstechnik, Technische Mechanik (Dynamik), Grundlagen der Elektrotechnik
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul: MKS_ASE, SEA_MME

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)			
	Modulteilprüfung (MTP)	M30, B		
Zusammensetzung der Endnote	☐ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☐ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Modulteilprüfungen ☒ Sonstiges: Gewichtetes Mittelwert im Verhältnis Bericht (3), mündliche Prüfung (5)			

Lernziele des Moduls	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> · können eine einfache Maschine in übersichtliche Teilsysteme mit Eingangs- Ausgangs- und Störgrößen gliedern, · können das Zusammenspiel zwischen mechanischen, hydraulischen, pneumatischen, elektromagnetischen und elektronischen Teilsystemen beschreiben und modellieren, · können dabei mit unvollständigen oder widersprüchlichen Angaben umgehen und aus ihrer Erfahrung passende Annahmen zu treffen, · arbeiten in einem Projektteam respektvoll und konstruktiv und sie wirken darauf hin, dass das Projektziel in der vorgesehenen Zeit erreicht wird, · finden fehlende Angaben bei zielgerichteten Recherchen im Internet (Datenblätter), in Zeitschriftenartikeln und in Lehrbüchern, · haben den ingenieurmäßigen Überblick, um die passende Komplexität des Modells im Hinblick auf den Zweck der Modellierung zu wählen, · können ein solches Modell in Form einer nichtlinearen Zustandsraum-Differentialgleichung darstellen, · können dabei die Einflüsse von Stellgrößen- und Störgrößen quantitativ berücksichtigen, · können die Messgleichungen für die Sensoren aufstellen und das Messrauschen abschätzen, · sind in der Lage, ein nichtlineares Modell in Simulink einzugeben, sein dynamisches Verhalten zu simulieren, die Ergebnisse mit MATLAB darzustellen und fachkundig zu interpretieren, sowie den Einfluss von Modellierungs-Annahmen auf die Ergebnisse kritisch zu begutachten, · können ein nichtlineares Differentialgleichungssystem mit Hilfe der Jacobi-Matrix am Arbeitspunkt linearisieren und über die bei der Linearisierung verloren gegangenen Effekte reflektieren, · können mit MATLAB die Eigenwerte der Systemdynamik berechnen und die Ergebnisse interpretieren in Hinblick auf Stabilität, Dämpfungsgrad, Schwingfrequenz, Abklingzeitkonstante, · können das lineare Übertragungsverhalten in den unterschiedlichen Sichtweisen beschreiben und durchdenken: Zustandsraummodell, Übertragungsfunktion, Einheitsimpulsantwort, Einheits sprungantwort, Bode-Diagramm, Ortskurve, Pol-/Nullstellen-Diagramm. · können das dynamische Verhalten von realen mechatronischen Systemen systematisch experimentell erfassen mit Sinus-, Impuls- und Rausch-Anregung, · kennen den Einfluss der Messdauer und der Abtastperiode auf das erzielbare Ergebnis und können diese Parameter vor einer Messung passend wählen, · beherrschen die systematische Konzeption von Regelkreisen von der Anforderung bis zur Realisierung von zeitkontinuierlich entwickelten aber zeitdiskret arbeitenden Reglern, · sind in der Lage, Regelkreise zu optimieren und an ein gewünschtes Verhalten anzupassen, · können Methoden zur Modellierung und Beschreibung des dynamischen Verhaltens des gesamten Control Systems (closed-loop) anwenden, · können bei nichtlinearen Komponenten im mechatronischen System adäquate Maßnahmen zur Eingrenzung der nichtlinearen Effekte im Aufbau der Regelkreisstruktur einsetzen, · verwenden im Fachgespräch und in technischen Berichten die korrekten systemdynamischen Fachbegriffe auf Deutsch und Englisch. <p>Das Modul vermittelt (Reihenfolge): 2 Fachkompetenz - 1 Methodenkompetenz - 3 Sozial-/Selbstkompetenz</p>
-----------------------------	--

Lehr- und Lernformen	☒ Vorlesung ☒ Übung ☒ Selbststudium ☐ Workshop/Seminar ☒ Projekt ☒ Labor ☐ Exkursion ☐ E-Learning ☐ Sonstiges:
-----------------------------	---

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme Prof. Dr. A. Basler / Prof. Dr. R. Nägele	V, Ü	4	5	<ul style="list-style-type: none"> · Einführung in fortgeschrittene Funktionen von Matlab/Simulink, begleitet von praktischen Beispielen, die z.T. aus dem Automobilbereich und der Mechatronik stammen · Modellbildung mechatronischer Systeme oder Fahrzeug-Komponenten · Zustandsraum-Modelle, nichtlinear und linearisiert · Simulation des Gesamtsystems (mechanisch/ hydraulisch/ elektronisch) unter Simulink und Interpretation der Ergebnisse · lineare und nichtlineare Übertragungsglieder · lineare Übertragungsglieder in der s- Ebene · Regelkreise mit nichtlinearen Übertragungsgliedern · Kompensation nichtlinearer Übertragungsglieder · Regelkreise mit Vorsteuerverfahren und deren Parametrierung in der s-Ebene, z.B. mit Hilfe von Wurzelortskurven
Regelungstechnik Prof. Dr. R. Nägele / Prof. Dr. R. Pickhardt	V	2	2	CHAPTER 1 Non-parametric models Frequency response Fourier series Frequency response measurement with Fourier Impulse response Numerical transformation to frequency response ACF, CCF for stochastic signals Impulse response measurement with CCF Numerical transformation to spectra and frequency response CHAPTER 2 Parametric models State-space model, Linear state-space model CHAPTER 3 Controller design for SISO Systems Nyquist stability criterion, Controller design, PITn and PIDTn
Labor Regelungstechnik Prof. Dr. R. Nägele / Prof. Dr. R. Pickhardt	LÜ	2	1	Frequency response measurements with real mechatronic systems, excitation by sine wave, impulse, white noise. Appropriate PIDTn controller design. Realization of the control loop with HiL. Measurement of step and frequency responses in the closed loop. Experiments about aliasing with high frequency measurement disturbances. Design of an observer and a state-feedback controller for a linearized control system. Simulation of the nonlinear control loop with the linear controller.

Literatur/Medien	<ul style="list-style-type: none"> · Anleitungen und Beispiel-Dateien in Moodle · Scherf, H.: Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme: Eine Sammlung von Simulink-Beispielen, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2009. · Angermann, A.; Beuschel, M.; Rau, M.; Wohlfarth, U.: MATLAB - Simulink - Stateflow: Grundlagen, Toolboxes, Beispiele, Oldenbourg Wissenschaftsverlag; 6. Auflage, 2009. · Pietruszka, W. D.: MATLAB und Simulink in der Ingenieurpraxis: Modellbildung, Berechnung und Simulation, Vieweg+Teubner Verlag, 3. Auflage, 2012. · Lunze, Jan: Regelungstechnik 2, 6. Aufl., Springer, Berlin, 2010 · Ackermann, Jürgen: Robust Control, Systems with uncertain physical parameters, 3. Aufl., Springer, Berlin, 1997 · Maciejowski, J.M.: Multivariable Feedback Design, Addison-Wesley, München, 1989 · Kortüm W., Lugner P.: Systemdynamik und Regelung von Fahrzeugen, Springer, Berlin, 1994 · Isermann, Rolf; Mechatronik, 2. Aufl., Springer, Berlin, 2012 		
Sprache	Deutsch/Englisch	Zuletzt aktualisiert	12.02.2026

Modul 03	Systemdynamik und Simulation von Mehrkörpersystemen			
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
Prof. Dr. J. Weber	WS	MKS_ASE	6	180 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	1 Semester	4	60 h	120 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	PM	A	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	Grundlagen der Technischen Mechanik / Dynamik, Physik, CAD
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul: FEM_ASE, MOD_ASE

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)	S		
	Modulteilprüfung (MTP)			
Zusammensetzung der Endnote	☒ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☐ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Modulteilprüfungen ☐ Sonstiges:			

Lernziele des Moduls	<p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> · die Kinematik von Schwingungen anzuwenden sowie Schwingungen zu klassifizieren u. a. nach nach Anzahl der Freiheitsgrade, Art der Entstehung oder Charakter der beschreibenden Differenzialgleichungen · Bewegungen und Schwingungen von Maschinen und anderen Mehrkörpersystemen zu berechnen · Maschinen und andere Mehrkörpersysteme zu modellieren · Neuartige Fahrwerkstechnologien (z.B. Lenkung, Radaufhängung, Radnabenantrieb) in ein Modell einzubeziehen und dabei auch unvollständige Angaben mit sinnvollen Annahmen zu ergänzen · ein solches Modell in ein Simulationstool einzugeben und das Schwingungsverhalten zu simulieren · die Ergebnisse von Rechnung und Simulation kritisch zu interpretieren und zu bewerten · die Grenzen der linearen Systemtheorie zu erkennen und die bei der Linearisierung vernachlässigten Effekte zu erläutern · aus den Ergebnissen Schlüsse für die Auslegung von Systemkomponenten oder Systemen zu ziehen <p>Das Modul vermittelt (Reihenfolge): 2 Fachkompetenz - 1 Methodenkompetenz - 3 Sozial-/Selbstkompetenz</p>
----------------------	---

Lehr- und Lernformen	☒ Vorlesung ☒ Übung ☒ Selbststudium ☐ Workshop/Seminar ☐ Projekt ☐ Labor ☐ Exkursion ☐ E-Learning ☐ Sonstiges:
----------------------	---

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
Systemdynamik Prof. Dr. J. Weber	V	2	2	<ul style="list-style-type: none"> · Kinematik von Schwingungen · Modellbildung in der Schwingungstechnik · Systeme mit einem Freiheitsgrad (1-DOF System) · Systeme mit zwei Freiheitsgraden (2-DOF Systems) · Systeme mit n Freiheitsgraden (n-DOF Systems) · Schwingungstilgung · Parametererregte Schwingungen · Selbsterregte Schwingungen
Mehrkörpersimulation Prof. Dr. J. Weber	Ü	2	4	Computergestützte Simulation von Mehrkörpersystemen (z. B mit ADAMS), Laborübungen an Fallbeispielen.

Literatur/Medien	<ul style="list-style-type: none"> · Irretier, Horst: Grundlagen der Schwingungstechnik, Band1: Kinematik, Modelbildung, Systeme mit einem Freiheitsgrad, 1. Aufl. , Weisebaden, Vieweg-Teubner, 2001 · Irretier, Horst: Grundlagen der Schwingungstechnik, Band 2: Systeme mit mehreren Freiheitsgraden, kontinuierliche Systeme, 1. Aufl. , Weisebaden, Vieweg-Teubner, 2001 · Sextro: Schwingungen, 9. Aufl. , Wiesbaden, Teubner Verlag, 2014
------------------	--

	<ul style="list-style-type: none">· Klotter, Karl: Technische Schwingungslehre; erster Band: Einfache Schwinger, Teil A: Lineare Schwingungen, 3. Aufl. , Berlin, Springer, 1980· Klotter, Karl: Technische Schwingungslehre; erster Band: Einfache Schwinger, Teil B Nichtlineare Schwingungen, 3. Aufl. , Berlin, Springer, 1980· Klotter, Karl: Technische Schwingungslehre; zweiter Band: Schwinger von mehreren Freiheitsgraden, 3. Aufl. , Berlin, Springer, 1980		
Sprache	Deutsch	Zuletzt aktualisiert	09.02.2026

Modul 04	Projektarbeit			
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
Prof. Dr. A. Basler		PA_ASE	10	300 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	2 Semester	2	30 h	270 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	PM	A, B, C	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul:

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)	S		
	Modulteilprüfung (MTP)			
Zusammensetzung der Endnote	☒ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☐ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Modulteilprüfungen ☐ Sonstiges:			

Lernziele des Moduls	<ul style="list-style-type: none"> · Mitarbeit an einem aktuellen Thema aus der angewandten Forschung zur Anwendung ingenieurwissenschaftlicher Methoden · selbstständiges Lösen einer anspruchsvollen Aufgabenstellung · Darstellung der Ergebnisse einer ingenieurwissenschaftlichen Untersuchung in englischer Sprache · Lösung einer konkreten ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellung aus dem Gebiet der Systeme in Automobilanwendungen oder verwandten Bereichen in einem Projekt-Team oder in Einzelarbeit · Von den Projekten im Bachelorstudium unterscheidet sich das Thema hinsichtlich des höheren Schwierigkeitsgrades, der Art und dem Umfang der benötigten Vorkenntnisse und/oder dem interdisziplinären Ansatz sowie durch hohe Ansprüche an die Selbstständigkeit der Bearbeitung sowie Inhalt und Form der Dokumentation der Ergebnisse <p>Das Modul vermittelt (Reihenfolge): 1 Fachkompetenz 2 Methodenkompetenz 3 Sozial-/Selbstkompetenz</p>
----------------------	--

Lehr- und Lernformen	☐ Vorlesung ☐ Übung ☒ Selbststudium ☐ Workshop/Seminar ☒ Projekt ☐ Labor ☐ Exkursion ☐ E-Learning ☒ Sonstiges: regelmäßige Projektbesprechungen mit den betreuenden Lehrenden
----------------------	--

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
Projektarbeit Dozent*innen der Hochschule / Prof. Dr. A. Basler	PJ	2	10	Mitarbeit an einem aktuellen Thema aus der angewandten Forschung zur Anwendung ingenieurwissenschaftlicher Methoden <ul style="list-style-type: none"> · selbstständiges Lösen einer anspruchsvollen Aufgabenstellung · Darstellung der Ergebnisse einer Ingenieurwissenschaftlichen Untersuchung in englischer Sprache · Lösung einer konkreten ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellung aus dem Gebiet der Systeme in Automobilanwendungen oder verwandten Bereichen in einem Projekt-Team oder in Einzelarbeit · Von den Projekten im Bachelorstudium unterscheidet sich das Thema hinsichtlich des höheren Schwierigkeitsgrades, der Art und dem Umfang der benötigten Vorkenntnisse und/oder dem interdisziplinären Ansatz sowie durch hohe Ansprüche an die Selbstständigkeit der Bearbeitung sowie Inhalt und Form der Dokumentation der Ergebnisse

Literatur/Medien	
------------------	--

Sprache	Englisch	Zuletzt aktualisiert	12.02.2026
----------------	----------	-----------------------------	------------

Modul 05		Powertrain and Connected Control Units - Simulation and Function Development (EN)		
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
Prof. Dr. A. Basler	SS	PTS_ASE	6	180 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	1 Semester	4	60 h	120 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	PM	B	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	Englisch, Grundlagen der Technischen Mechanik / Dynamik
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul: MKS_ASE, MOD_ASE, COM_ASE

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)	S		
	Modulteilprüfung (MTP)			
Zusammensetzung der Endnote	☒ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☐ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Modulteilprüfungen ☐ Sonstiges:			

Lernziele des Moduls	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> · know the background of CO2 legislation, which influences significantly the future mobility · can apply the state of the art methodologies in context of automobile software development process · know the benefits and drawbacks of different powertrain architectures · chose the most suited powertrain structure within a development project under consideration of specific requirements · supply plausible own assumptions when confronted with incomplete specifications · find convincing arguments in discussions about the different modern driving technologies and their impact on environment and society · work together as a development team to find an appropriate solution as well as documentation, implementation and testing of simulation models · moderate the decision processes within engineering teams with respect to other people and other opinions · find the appropriate depth of modelling for different components of the automotive powertrain · use simulation carefully keeping the modelling errors and the numerical errors in mind · interpret simulation results due to given input assumptions and can explain the results to colleagues from other disciplines · have the knowledge and experience to develop the automotive control unit software from a Simulink model via the rapid-prototyping toolchain to a processor code, · have the ability to test drivetrain models and new implemented functionalities within a model-in-the-loop (MIL) approach in relevant use cases · apply style guidelines to implement simulation models and model-driven software functionalities <p>Das Modul vermittelt (Reihenfolge): 2 Fachkompetenz - 1 Methodenkompetenz - 3 Sozial-/Selbstkompetenz</p>
----------------------	--

Lehr- und Lernformen	☒ Vorlesung ☒ Übung ☒ Selbststudium ☐ Workshop/Seminar ☐ Projekt ☐ Labor ☐ Exkursion ☐ E-Learning ☐ Sonstiges:
----------------------	---

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
--------------------	-----	-----	------	------------

Powertrain and Connected Control Units (EN) Prof. Dr. A. Basler	V, Ü	2	2	<ul style="list-style-type: none"> - overview of current and future CO2-legislation - future trends and needs in automobile and drivetrain development - control unit architectures - automotive communication systems (CAN, FlexRay, Automotive Ethernet) - components and functionalities of a powertrain with combustion engine - components, layouts and functionalities of electrified powertrains with electrical engine and high voltage battery systems - interaction of sensor systems within specific drivetrain layouts - required functionalities for automated driving depending on certain levels of autonomy
Simulation of Powertrain Functions (EN) Prof. Dr. A. Basler	Ü	2	4	<ul style="list-style-type: none"> - overview of drivetrain functionalities - functional principles of driving and braking functionalities - development methods for automotive software implementation especially regarding functional safety - tool chain for model-driven software development - requirements and documentation - implementation, test and validation of drivetrain models and functionalities - test strategies in MIL/SIL/HIL approach - presentation of results und discussion of experiences

Literatur/Medien	<ul style="list-style-type: none"> · Instructions and example files in Moodle · Dajsuren, D.: Automotive Systems and Software Engineering, Springer, 2019 · Doppelbauer, M.: Grundlagen der Elektromobilität, Springer Vieweg, 2020 · Reif, K: Automotive Mechatronics, Springer Vieweg, 2015 · Schäuuffele, J.: Automotive Software Engineering, Springer Vieweg, 2016 · Staron, M.: Automotive Software Architecture, Springer, 2021 		
Sprache	Englisch	Zuletzt aktualisiert	09.02.2026

Modul 06	Brennstoffzellen und elektrische Antriebe in Fahrzeugen			
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
Prof. Dr. A. Basler	SS	BEA_ASE	6	180 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	1 Semester	4	60 h	120 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	PM	B	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul: FZT_ASE

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)	K90, R		
	Modulteilprüfung (MTP)			
Zusammensetzung der Endnote	☐ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☐ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Modulteilprüfungen ☒ Sonstiges: Gewichteter Mittelwert im Verhältnis Referat (2), Klausur (4)			

Lernziele des Moduls	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die Antriebsarchitekturen in rein elektrischen wie auch hybridisierten Fahrzeugen, deren Vor- und Nachteile und Einsatzgebiete. - können Herausforderungen und Chancen beim Einsatz von elektrifizierten Antrieben in Fahrzeugen insbesondere im Vergleich zu Fahrzeugen mit konventionellen Verbrennungsmotoren einordnen und allgemeinverständlich erläutern. - kennen die Komponenten von elektrischen Antriebssystemen wie Elektromotor, Hochvoltpeicher, Hybridgetriebe, Spannungswandler und können relevante Eigenschaften dimensionieren. - kennen die grundlegende Funktionsweise von Elektromotoren, deren Wirkprinzipien in ASM, PSM, SSM und deren Auslegungsgrößen. - kennen die verschiedenen Typen von Brennstoffzellen (KOH, PEM, PAFC, MCFC, SOFC) und deren Vor- und Nachteile und Einsatzgebiete. - können Einsatzgebiete und Komponenten von Brennstoffzellen-Systemen beschreiben. - können Kennlinien- und Wirkungsgrad-Messungen an Brennstoffzellen-Systemen durchführen, die Ergebnisse nachvollziehbar dokumentieren und präsentieren. - kennen die Märkte, die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und gesetzlichen Anforderungen für zukünftige Fahrzeuge, und deren Auswirkungen auf die Fahrzeuggestaltung. - können Potentiale zur Reduktion von CO₂/ Energieverbrauch in Fahrzeugen und deren Kosten-/Nutzenaufwand bewerten. - können die wichtigsten Energiespeicher für Fahrzeuge mit elektrischen Antrieben deren Eigenschaften und Anforderungen im Hinblick auf die Anwendung beschreiben. - können das Thema Elektrifizierung entlang der gesamten energetischen Wirkkette von Primärenergieerzeugung, Energiespeicherung bis zur kinetischen Energieumwandlung anhand der äußeren Einflussfaktoren bewerten und mit konkurrierenden Fahrzeugkonzepten vergleichen. - können sich selbständig in spezielle Teilgebiete und neue Technologien des Antriebsstrangs einarbeiten, die Erkenntnisse zusammenfassen und präsentieren, sowohl vor einem technisch versiertem Auditorium in Englisch als auch allgemeinverständlich in politisch-gesellschaftlichen Diskussionen. <p>Das Modul vermittelt (Reihenfolge): Fachkompetenz 1 - Methodenkompetenz 2 -Sozial-/Selbstkompetenz 3</p>
----------------------	--

Lehr- und Lernformen	☒ Vorlesung ☐ Übung ☒ Selbststudium ☐ Workshop/Seminar ☐ Projekt ☒ Labor ☐ Exkursion ☐ E-Learning ☐ Sonstiges:
----------------------	---

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
--------------------	-----	-----	------	------------

Brennstoffzellen Lehrbeauftragte*r	V, Ü	2	3	<ul style="list-style-type: none"> - Vision einer Wasserstoff-Wirtschaft - Thermodynamik und Elektrochemie in Brennstoffzellen - Technische Umsetzung von Brennstoffzellen - Betriebsparameter in Brennstoffzellen - Degradation von Brennstoffzellen - Charakterisierung von Brennstoffzellen - Herstellung von Brennstoffzellen - Brennstoffzellen-Stacks und -Systeme - Anwendungsgebiete von Brennstoffzellen - Herstellung von Wasserstoff - Speicherung und Transport von Wasserstoff - Brennstoffzellenforschung
Elektrische Antriebe in Fahrzeugen F. Merz	V	2	3	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrische Antriebsarchitekturen BEV, HEV, PHEV - Theoretische Grundlagen von elektrischen Motoren, HV-Speichern, Leistungselektronik - Kennfelder E-Motor, Verbrennungsmotor und deren Zusammenspiel in Hybridantrieben - Dimensionierung von E-Motoren und Hochvoltspeichern - Ansteuerung und Regelung elektrischer Antriebe - studentische Referate in englischer Sprache zu aktuellen Themen der Elektromobilität.

Literatur/Medien	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsskripte auf Moodle - Kurzweil, Peter (2016): Brennstoffzellentechnik. 3. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. - Allmendinger, Frank; Degler, David; Schellinger, Udo (2025): Brennstoffzellen. In: Richard Zahoransky und Carsten Fichter (Hg.): Energietechnik. Systeme zur konventionellen und erneuerbaren Energieumwandlung. Kompaktwissen für Studium und Beruf. 10. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 403–440. - Klell, Manfred; Eichlseder, Helmut; Trattner, Alexander (2018): Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik. 4. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. - Hofer, K.: E-Mobility, Elektromobilität : elektrische Fahrzeugantriebe, VDE-Verl., 2. Auflage, 2015 - Hofer, K.: Regelung elektrischer Antriebe : Innovation durch Intelligenz, VDE-Verl., 2. Auflage, 2017 - Babel, G.: Elektrische Antriebe in der Fahrzeugtechnik, Wiesbaden: Springer, Vieweg, 3. Auflage, 2015 - Schoblick, R.: Antriebe von Elektroautos in der Praxis : Motoren, Batterietechnik, Leistungstechnik, Franzis, 2013 - Bargende M: 18. Internationales Stuttgarter Symposium: Automobil- und Motorentechnik, Springer Vieweg, 1. Auflage 2018 			
Sprache	Deutsch/Englisch		Zuletzt aktualisiert	25.11.2021

Modul MA	Masterarbeit			
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
Prof. Dr. A. Basler	SS, WS	ASE Masterarbeit	30	900 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	1 Semester	0	0 h	900 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	PM	3	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	die im bisherigen Masterstudium erlernten ingenieurwissenschaftlichen Methoden und das erweiterte Fachwissen
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul:

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)	B		
	Modulteilprüfung (MTP)			
Zusammensetzung der Endnote	☒ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☐ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Modulteilprüfungen ☐ Sonstiges:			

Lernziele des Moduls	<p>Die Studierenden weisen mit der Masterarbeit die Fähigkeit nach, dass sie innerhalb einer Frist von sechs Monaten eine komplexe Aufgabenstellung aus dem Bereich ihres Studiengangs Automotive Systems Engineering oder verwandten Bereichen innovativ und selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden im Sinne des „Systems Engineering“ lösen und die Ergebnisse sachgerecht, strukturiert und auf sprachlich angemessenem Niveau darstellen können, und das auf Deutsch und Englisch. Wissenschaftliche Literaturrecherchen und Quellenstudien umfassen auch die neuesten Erkenntnisse und Methoden auf dem Fachgebiet. Dabei werden Quellen in deutscher und englischer Sprache einbezogen.</p> <p>Das Thema der Masterarbeit stammt aus aktuellen Entwicklungsprojekten oder der angewandten Forschung. Die Studierenden haben die Möglichkeit zur Mitarbeit in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung eines Industriebetriebes oder in einem Forschungsinstitut im In- oder Ausland. Die Studierenden festigen durch ihre Arbeit die erlernten wissenschaftlichen Methoden und erweitern ihr Fachwissen. Sie trainieren ihre Sprach- und Sozialkompetenz und ggf. Führungskompetenz beim Arbeiten in Forschungs- und Entwicklungs-Teams. Sie vertiefen das Verfassen technischer bzw. wissenschaftlicher Berichte. Sie zeigen mit der Masterarbeit, dass sie auch bei unvollständigen oder konkurrierenden Anforderungen ein Ergebnis erzielen. Die Studierenden beweisen mit der Masterarbeit ihre Expertise in dem von ihnen ausgewählten Themegebiet.</p>
-----------------------------	---

Lehr- und Lernformen	☐ Vorlesung ☐ Übung ☐ Selbststudium ☐ Workshop/Seminar ☐ Projekt ☐ Labor ☐ Exkursion ☐ E-Learning ☐ Sonstiges:
-----------------------------	--

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
Masterarbeit Prof. Dr. A. Basler / Dozent*innen der Hochschule		0	30	

Literatur/Medien			
Sprache	Englisch/Deutsch	Zuletzt aktualisiert	12.02.2026

Modul WPM	Sensoren und Aktoren			
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
Prof. Dr. C. Hettich	WS	SEA_MME	6	180 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	1 Semester	6	90 h	90 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	WPM	A	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	Grundkenntnisse in Elektromagnetismus und Messtechnik
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul: MOD_ASE, BOS_ASE

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)	K120		B
	Modulteilprüfung (MTP)			
Zusammensetzung der Endnote	☒ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☐ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Modulteilprüfungen ☐ Sonstiges:			

Lernziele des Moduls	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen Sensoren und Aktoren, die in der Mechatronik verwendet werden und können diese auswählen, dimensionieren und in ein mechatronisches System sinnvoll integrieren. - sind in der Lage, die aktuellen Entwicklungen der Sensor- und Aktor-Technologie anhand von Zeitschriftenartikeln, Internet-Veröffentlichungen und Datenblättern zu verfolgen. - besitzen die Fähigkeit, nicht überwachte und nicht geregelte mechanische Systeme durch geeignete Methoden der Messtechnik erfassbar und regelbar zu machen. - arbeiten in einem Projektteam respektvoll und konstruktiv und sie wirken darauf hin, dass das Projektziel in der vorgesehenen Zeit erreicht wird. - kennen den Einfluss der Abtastperiode auf das erzielbare Mess-Ergebnis und können diesen Parameter vor einer Labor-Messung oder für eine Messung in einem mechatronischen System passend wählen - können die Randbedingungen und die Ergebnisse von Laborexperimenten in technischen Berichten dokumentieren und kritisch bewerten - verwenden im Fachgespräch und in technischen Berichten die korrekten Fachbegriffe <p>Das Modul vermittelt (Reihenfolge): Fachkompetenz 1 - Methodenkompetenz 2 - Sozial-/Selbstkompetenz 3</p>
----------------------	---

Lehr- und Lernformen	☒ Vorlesung ☒ Übung ☒ Selbststudium ☐ Workshop/Seminar ☐ Projekt ☒ Labor ☐ Exkursion ☐ E-Learning ☐ Sonstiges:
----------------------	--

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
--------------------	-----	-----	------	------------

Messtechnik, Sensoren, Signalverarbeitung Prof. Dr. C. Hettich / Prof. Dr. H. Gimpel	V	2	2	<ul style="list-style-type: none"> - Physikalische Wirkprinzipien und ihre Modellierung - Analoge elektrische Schaltungen für die Messsignalaufbereitung - Digitalisierung von Messsignalen - Messdatenübertragung/Schnittstellen - Wichtige Konzepte in der Vorverarbeitung von Messsignalen - Ausgewählte Methoden der Datenanalyse - Fortgeschrittene Methoden der Messtechnik z.B.: <ul style="list-style-type: none"> o Modulationsverfahren o Korrelationsverfahren o Lock-In-Verfahren - Ausgewählte messtechnische Aufgaben und Sensoren bei der Entwicklung und Produktion mechatronischer Produkte - Ausgewählte Sensoren in Kraftfahrzeugen und Erklärung der Wirkprinzipien
Labor Messtechnik Prof. Dr. C. Hettich / Prof. Dr. H. Gimpel	LÜ	1	1	<ul style="list-style-type: none"> - Messsignalaufbereitung, Abtastung - Vorverarbeitung von Messsignalen mit <ul style="list-style-type: none"> o Kalibrierung o Filterung - Datenanalyse u.a. mit Korrelationsverfahren - Ausgewählte messtechnische Aufgaben mit Sensoren, die in mechatronischen Systemen oder bei ihrer Produktion zum Einsatz kommen
Aktoren Prof. Dr. U. Kosiedowski	V, Ü	3	3	<ul style="list-style-type: none"> - Elektromagnetische Aktoren für Translation und Rotation, mit den drei Prinzipien moving-iron, moving-magnet, moving-coil - Schrittmotoren - Piezoelektrische Antriebe - Antriebe mit smart materials - Elektrische Ansteuerung von Aktoren - Antriebsregelung (Kraft-, Geschwindigkeits- und Positionsregelung)

Literatur/Medien	<ul style="list-style-type: none"> - Kallenbach, E. et. al.: Elektromagnete: Grundlagen, Berechnung, Entwurf und Anwendung, 4. Aufl., Vieweg-Teubner Verlag, Wiesbaden, 2012 - Hesse, S., Schnell, G. : Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation, Springer, 2018 - Puente León, F.: Messtechnik, Springer, 2019 - Kallenbach, E., Kireev, V. et al.: Elektrische Präzisionsantriebe. Komponenten – Regelung – Anwendungsbeispiele, Springer, 2014 - Weiterführende Materialien und Skripte in Moodle 		
Sprache	Deutsch	Zuletzt aktualisiert	29.04.2024

Modul WPM	Energieeffiziente Fahrzeugtechnik			
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
Prof. Dr. A. Basler	SS	FZT_ASE	6	180 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	1 Semester	6	90 h	90 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	WPM	B	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	Konstruktionslehre, Werkstoffkunde und Fertigungsverfahren auf dem B.Eng.-Niveau
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul: BEA_ASE, PTS_ASE, COM_ASE

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)			
	Modulteilprüfung (MTP)	K45, S		S
Zusammensetzung der Endnote	☐ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☒ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Modulteilprüfungen ☒ Sonstiges: Gewichtetes Mittelwert im Verhältnis Studienarbeit (2), Klausur (4)			

Lernziele des Moduls	Fachliche Kompetenzen Die Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> - haben ein solides, technisches Basiswissen auf dem Gebiet der Karosserietechnik mit Fokus auf batterieelektrische Fahrzeuge - kennen die Anforderungen des modernen Leichtbaus in Hinblick auf die Energiewende im Verkehrsbereich - ergänzen lückenhafte Spezifikationen im Kontext des eigenen Wissens über die Zusammenhänge zwischen umweltpolitischen Zielen und technologischen Alternativen - verstehen das Verhalten von Werkstoffen im Fahrzeugbau und deren Verarbeitung - können aus Anforderungen an das Fahrzeug, z.B. in Hinblick auf Energieeffizienz, Crash-Sicherheit und Kosten, die passenden Werkstoffe und Verbindungstechniken auswählen und diese Auswahl begründen - erlangen eine Übersicht über die Einflüsse und Wechselwirkung in Bezug auf Fahrdynamik - kennen die physikalischen Grundlagen der Fahrdynamik und sind in der Lage Bewegungsgleichungen des Fahrzeugs aufzustellen - können Fahrzeuge objektiv anhand Standard-Fahrmanövern fahrdynamisch beurteilen und in der Simulation analysieren - können grundlegende Einstellungen / Dimensionierungen am Fahrwerk-setup vornehmen, um die Fahreigenschaften eines Fahrzeugs positiv zu beeinflussen
	Methodische Kompetenzen Die Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> - arbeiten sich selbständig in unbekannte Spezialgebiete ein - recherchieren zielgerichtet in Büchern, Fachzeitschriften, Fachdatenbanken, Datenblättern und im Internet, sind dabei der deutschen und englischen Fachsprache mächtig - können Projektergebnisse in einer Präsentation darstellen und in begleitenden Diskussionen fundiert auf die aufgeworfenen Fragen eingehen. Personale Kompetenzen Das Modul vermittelt (Reihenfolge): 1 Fachkompetenz - 2 Methodenkompetenz - 3 Sozial-/Selbstkompetenz

Lehr- und Lernformen	☒ Vorlesung ☐ Übung ☒ Selbststudium ☐ Workshop/Seminar ☐ Projekt ☐ Labor ☐ Exkursion ☐ E-Learning ☒ Sonstiges: Studienarbeit mit Präsentation
----------------------	--

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
--------------------	-----	-----	------	------------

Karosserietechnik J. Weiss	V	2	2	<ul style="list-style-type: none"> - Karosseriebauweisen und Fertigungstechnologien - Karosserieleichtbau, -materialien und -komponenten - Simulationsmethoden in der Karosserietechnik - Funktionale Anforderungen an die Karosserie (Crash, Betriebsfestigkeit, NVH, Aerodynamik, Design) - Elektromobilität und deren Auswirkungen auf die Karosserie
Werkstoffe in der Fahrzeugtechnik Prof. Dr.-Ing. V. Merklinger	V	2	2	<ul style="list-style-type: none"> - Leichtbau mit Stahl - Space Frame Konzept - Faserverbundwerkstoffe - Fügetechniken im Fahrzeugbau - Recycling von Werkstoffen - Werkstoffe für Teilsysteme von elektrifizierten Fahrzeugantrieben - Präsentationen der Ergebnisse der Studienarbeiten
Fahrdynamik und virtueller Fahrversuch Prof. Dr. A. Basler	V, Ü	2	2	<ul style="list-style-type: none"> - Übersicht über Fahrwerkskomponenten und deren Funktionen - Grundlagen der Fahrdynamik (Längs-/Querdynamik) - Regelkreis Fahrer-Fahrzeug-Umgebung - Objektivierung und Fahrmanöver - Fahrdynamik-Simulation mit IPG CarMaker - Bearbeiten projektbasierter Fragestellung in Gruppen

Literatur/Medien	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsskripte und weiterführende Unterlagen auf Moodle - Hofmann, Peter: Hybridfahrzeuge: Ein alternatives Antriebssystem für die Zukunft. Springer: 2014 - Fischer, R.; Küçükay, F.: Das Getriebebuch. Springer: 2016 - Naunheimer, H.; Bertsche, B.; Ryborz, J.: Fahrzeuggetriebe: Grundlagen, Auswahl, Auslegung und Konstruktion. Springer: 2019 - Braess, Hans-Hermann; Seiffert, Ulrich: Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, 3. Aufl., Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2003 - Grabner, Jörg; Nothaft, Richard: Konstruieren von Pkw-Karosserien, 3.Aufl., Springer, Berlin, 2006 - Pippert, Horst: Karosserietechnik, Vogel Verlag, 3.Aufl., Würzburg, 1998 - Walentowitz, Henning: Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen, Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen Aachen mbH, Aachen, 2006 - Gscheidle, R.: Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik, Europa-Lehrmittel, ISBN: 3-8085-2125-2 - Gscheidle, R.: Fachkunde Karosserie- und Lackiertechnik, Europa-Lehrmittel, ISBN: 3-8085-2151-1 - Hucho, Wolf-Heinrich: Aerodynamik des Automobils, Vieweg Verlagsgesellschaft, ISBN: 3-5280-3959-0 - Lothar Issler, Hans Ruoff, Peter Häfele: Festigkeitslehre - Grundlagen, Springer, ISBN: 3-5404-0705-7 - Michael Trzesniowski: Rennwagentechnik, Vieweg+Teubner, ISBN: 978-3-8348-0484-6 - Peter Zeller (Hrsg.): Handbuch Fahrzeugakustik, Vieweg+Teubner, ISBN: 978-3-8348-0651-2 - Gerhard Babel: Elektrische Antriebe in der Fahrzeugtechnik, Vieweg & Sohn Verlag, ISBN: 978-3-8348-0311-5 - Wolfgang Siebenpfeiffer (Hrsg.): Leichtbau-Technologien im Automobilbau, Springer Fachmedien, ISBN:978-3-658-04025-3 - Horst E. Friedrich (Hrsg.): Leichtbau in der Fahrzeugtechnik, Springer Fachmedien: ISBN:978-3-8348-2110-2 - Martin Bohn / Klaus Hetsch: Toleranzmanagement im Automobilbau, Carl Hanser Verlag, München ISBN: 978-3-446-43496-7 - Helmut A. Schaeffer, Roland Langfeld: Werkstoff Glas - Alter Werkstoff mit großer Zukunft, Springer Fachmedien ISBN: 978-3-642-37230-8 - Dr. Max Hoßfeld, Dr. Clemens Ackermann: Leichtbau durch Funktionsintegration, Springer Fachmedien, ISBN: 978-3-662-59822-1 - Prof. Dr. Ralph Pütz, Ton Serné: Rennwagentechnik - Praxislehrgang Fahrdynamik, Springer Fachmedien, ISBN: 978-3-658-26703-2 - Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer: Bionik in der Strukturoptimierung, Vogel Verlag Würzburg, ISBN: 978-3-8343-3381-0 - Univ.-Prof. Dr. Christian Mittelstedt: Rechenmethoden des Leichtbaus, Springer Berlin Heidelberg, ISBN: 978-3-662-62719-8 			
Sprache	Deutsch			Zuletzt aktualisiert 12.02.2026

Modul WPM	Technologies and Analysis of Combustion Engines (EN)			
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
Prof. Dr. A. Basler	WS	COM_ASE	6	180 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	1 Semester	4	60 h	120 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	WPM	A	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	Englisch, Grundkenntnisse über Thermodynamik
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul: PTS_ASE

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)	M30		
	Modulteilprüfung (MTP)			B
Zusammensetzung der Endnote	☒ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☐ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Modulteilprüfungen ☐ Sonstiges:			

Lernziele des Moduls	Fachliche Kompetenzen
	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> - use the appropriate English vocabulary for the special components and processes in modern combustion engines with exhaust gas aftertreatment - apply the fundamentals of thermodynamics to the processes of an internal combustion engine - derive modelling equations concerning energy, entropy and mass flow - know how to influence the combustion process in order to minimize emissions, especially CO₂ versus NO_x and understand the trade-offs between performance, efficiency, and emissions. - know and understand the construction, design and function of conventional exhaust gas aftertreatment systems - know and understand how conventional exhaust gas aftertreatment systems work - identify and describe the major components of a combustion engine (e.g., cylinder, piston, crankshaft, camshaft, valves) and explain the function and characteristics of each component in the operation of the engine. - demonstrate the step-by-step process of assembling a combustion engine from individual components and understand the importance of torque specifications and proper assembly techniques to ensure engine reliability and performance, - explain the importance of lubrication in reducing friction and wear in engine components and understand the different types of lubrication systems and their components (e.g., oil pump, oil filter). - describe the various emissions control technologies (e.g., catalytic converters, EGR systems) used to reduce pollutants. - competently discuss current issues and new developments in engine technology cornerstones in a scientific, political and social context - know about benefits and challenges for new and syntetic fuels e.g. e-fuels, HVO, methanol - find convincing arguments for the path to a sustainable transport system in political discussions <p>Methodische Kompetenzen Das Modul vermittelt (Reihenfolge): 1 Fachkompetenz 2 Methodenkompetenz 3 Sozial-/Selbstkompetenz</p>

Lehr- und Lernformen	☒ Vorlesung ☒ Übung ☒ Selbststudium ☐ Workshop/Seminar ☐ Projekt ☐ Labor ☐ Exkursion ☐ E-Learning ☐ Sonstiges:
----------------------	---

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
--------------------	-----	-----	------	------------

Optimization of Internal Combustion Engines (EN) Prof. Dr. A. Basler	V, Ü	2	2	<ul style="list-style-type: none"> - Basic principles and fundamentals of combustion engines - Description of an engine and specific measures in a p-V diagram - Ideal vs. real circle processes and its assumptions - Efficiency chain of a combustion engine (thermal, inner, effective) - Description of the combustion process in context of stoichiometry - Optimization of the effects on NOx and CO2, fuel consumption, power etc - Ignition timing and its influence on performance and efficiency - Technology cornerstones of optimizing internal combustion engines (e.g. cylinder deactivation, water injection, Miller/Atkinson) - Engine testing and characterization on dyno including measuring technologies - Design of experiments (DoE) and its importance as optimization approach in engine development process - Possibilities of simulation - Synthetic fuels e.g. e-fuels, HVO, methanol and their production procedures - Discussions of actual papers and articles to specific topics - Special English vocabulary concerning internal combustion engines
Analysis and disassembly of combustion engines Prof. Dr. A. Basler	LÜ	2	4	<p>Study Language: EN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disassembly of small and large combustion engines - Documentation of all parts - Assembly and function test - Measurement of components and determination of motor characteristics such as: <ul style="list-style-type: none"> o bore and stroke (long-stroke vs. short-stroke) o compression volume o displacement o compression ratio o valve lift curves - Getting to know of 2- and 4-stroke engines and their specific mixture preparation systems (carburetor, outer mixture building, direct injection) - Possibilities and limits of exhaust gas aftertreatment depending on engine type - Tribological system and functionality for lubrication and oil management - Components of cooling system

Literatur/Medien	<ul style="list-style-type: none"> - Lecture notes and further references in Moodle - Combustion Engines Development - Mixture Formation, Combustion, Emissions and Simulation, Editors: Günter P. Merker, Christian Schwarz, Rüdiger Teichmann, 1st edition 2011, Springer Berlin Heidelberg, ISBN: 978-3-642-02951-6 - John Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals, 1028 pages, 2nd edition 2018, McGraw-Hill Education Ltd, ISBN: 978-1-260-11610-6 - Advances in IC Engines and Combustion Technology, Proceedings of NCICEC 2019, Editors: Prof. Dr. Ashwani K. Gupta, Dr. Hukam C. Mongia, Prof. Pankaj Chandna, Dr. Gulshan Sachdeva, Book Series: Lecture Notes in Mechanical Engineering, Springer Singapore, Print ISBN: 978-981-15-5995-2, Electronic ISBN: 978-981-15-5996-9 - Schreiner, Klaus: Verbrennungsmotoren – kurz und bündig; 1. Aufl., SpringerVieweg-Verlag, Wiesbaden, 2017 - Schreiner, Klaus: Basiswissen Verbrennungsmotor; 3. Aufl., SpringerVieweg-Verlag, Wiesbaden, 2020 		
Sprache	Englisch	Zuletzt aktualisiert	08.12.2021

Modul WPM	Optik und bildgebende optische Systeme			
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
Prof. Dr. H. Gimpel	WS	BOS_MME	6	180 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	1 Semester	6	90 h	90 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	WPM	A/B	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	Grundlagen Mathematik
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul: CV, SEA_MME

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)	K90+SP		
	Modulteilprüfung (MTP)			
Zusammensetzung der Endnote	☐ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☒ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Modulteilprüfungen ☐ Sonstiges:			

Lernziele des Moduls	<p>Fachliche Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden kennen die Grundbegriffe der Optik; sie können einfache optische Systeme konstruktiv und rechnerisch bewerten. Die Studierenden verstehen geometrisch-optische Abbildungsfehler und können die wellenoptischen Grenzen der Abbildung einschätzen. - Die Studierenden haben den Umgang mit Kameras und Beleuchtungen kennengelernt. Sie können Kameras mit Hilfe von geeigneten Experimenten quantitativ charakterisieren. - Die Studierenden können grundlegende Aufgaben der Bildverarbeitung selber in Python programmieren. - Die Studierenden sind darauf vorbereitet, an aktuellen Forschungs- und Entwicklungsthemen mitzuarbeiten, zum Beispiel am Institut für optische Systeme (IOS). <p>Methodische Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden wenden wichtige Konzepte, Methoden und Werkzeuge der technischen Optik an und können durch Umsetzen dieser Methoden Lösungen für Aufgaben aus der technischen Bildverarbeitung entwickeln. <p>Personale Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden sind in der Lage, in Studiengang übergreifenden Kleingruppen zu arbeiten. Dabei bringen sie ihre fachlichen Kompetenzen ergänzend ein. - Die Studierenden können wissenschaftliche Fragestellungen analysieren und sich in übergreifenden Teams organisieren und selbstständig arbeiten.
-----------------------------	---

Lehr- und Lernformen	☒ Vorlesung ☐ Übung ☒ Selbststudium ☒ Workshop/Seminar ☒ Projekt ☒ Labor ☒ Exkursion ☒ E-Learning ☐ Sonstiges:
-----------------------------	---

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
Optik und bildgebende optische Systeme Prof. Dr. H. Gimpel / Prof. Dr. H. Gimpel / Prof. Dr. T. Hellmuth / Prof. Dr. M. Franz	V, LÜ	6	6	<ul style="list-style-type: none"> - Geometrisch-optische Abbildung, Einführung in die Wellenoptik, einfache optische Instrumente - Lichtquellen, Halbleiter und Photodioden, optische Sensoren und Kameras; Optiken, Abbildungsqualität/MTF, Rauschquellen bei der Bildentstehung, Anwendungen von Kameras im integrierten Labor, Evaluierung optischer Systeme - Programmieren in Python, Bildkorrekturen, Bildinformationen, Filter, FFT, Charakterisierung von Bildsensoren, Sensorinhomogenität und radiometrische Kalibrierung

Literatur/Medien	- Begleitende Unterlagen auf Moodle
-------------------------	-------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none">- Eugene Hecht, Optik- Pedrotti, Optik für Ingenieure- Burger, Wilhelm, Burge, Mark James, Digitale Bildverarbeitung - Eine algorithmische Einführung mit Java, eBook, Springer-Verlag, 2015, ISBN 978-3-642-04604-9- Online Tutorials für Python		
Sprache	Deutsch	Zuletzt aktualisiert	06.10.2026

Modul WPM	Nachhaltigkeit im industriellen Umfeld			
Modul-Koordination	Start	Modul-Kürzel/-Nr.	ECTS-Punkte	Arbeitsaufwand
M. Szaguhn	WS	NIU_ASE_MME	5	150 h
	Dauer	SWS	Kontaktzeit	Selbststudium
	1 Semester	3	40 h	110 h

Einsatz des Moduls im Studiengang	Angestrebter Abschluss	Modul-Typ (PM/WPM)	Beginn im Studiensemester	SPO-Version / Jahr
ASE	M.Eng.	WPM	A	SPO 4 / 2022

Inhaltliche Teilnahme Voraussetzung	
Verwendbarkeit des Moduls im o.g. Studiengang	Als Vorkenntnis erforderlich für Modul: Sinnvoll zu kombinieren mit Modul:

Prüfungsleistungen des Moduls		Benotete Prüfung	Unbenotete Prüfung	Unbenoteter Leistungsnachweis
	Modulprüfung (MP)	HA, R		
	Modulteilprüfung (MTP)			
Zusammensetzung der Endnote	☒ Note der benoteten Modul(teil)prüfung ☐ ECTS-gewichtetes, arithmetisches Mittel der benoteten Modulteilprüfungen ☐ Sonstiges:			

Lernziele des Moduls	In dem Modul werden die aktuellen globalen Herausforderungen ökologischer und auch sozialer Art aufgezeigt. Dabei werden Konzepte wie "Planetary Boundaries" eingeführt. Als Antwort auf die Herausforderungen wird nachhaltige Entwicklung vorgestellt und die "Große Transformation" als Wandel hin zur Nachhaltigkeit. Anhand des Experimentierens mit eigenen individuellen Handlungsmöglichkeiten münden diese Ansätze in eine konkrete praktische Umsetzung. Aufbauend wird dann die Umsetzung von Nachhaltigkeit im industriellen Umfeld entwickelt. Die Studierenden vertiefen selbstgewählte Aspekte und Themen in Eigenarbeit. Die Exkursionen führen zu ausgewählten Unternehmen und Objekten aus dem Themenfeld des Studiums.
----------------------	---

Lehr- und Lernformen	☒ Vorlesung ☐ Übung ☐ Selbststudium ☒ Workshop/Seminar ☐ Projekt ☐ Labor ☒ Exkursion ☒ E-Learning ☐ Sonstiges:
----------------------	--

Teilmodul Lehrende	Art	SWS	ECTS	Lehrinhalt
Nachhaltigkeit im industriellen Umfeld M. Szaguhn	V, Ü, W	3	5	In dem Modul werden die aktuellen globalen Herausforderungen ökologischer und auch sozialer Art aufgezeigt. Dabei werden Konzepte wie "Planetary Boundaries" eingeführt. Als Antwort auf die Herausforderungen wird nachhaltige Entwicklung vorgestellt und die "Große Transformation" als Wandel hin zur Nachhaltigkeit. Anhand des Experimentierens mit eigenen individuellen Handlungsmöglichkeiten münden diese Ansätze in eine konkrete praktische Umsetzung. Aufbauend wird dann die Umsetzung von Nachhaltigkeit im industriellen Umfeld entwickelt. Die Studierenden vertiefen selbstgewählte Aspekte und Themen in Eigenarbeit. Die Exkursionen führen zu ausgewählten Unternehmen und Objekten aus dem Themenfeld des Studiums.

Literatur/Medien	- aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen und Fallstudien - werden im Kurs bekannt gegeben		
Sprache	Deutsch	Zuletzt aktualisiert	29.09.2026

Wahlpflichtmodule

Es müssen laut Studien- und Prüfungsordnung drei benotete Wahlpflichtmodule im Umfang von insgesamt mindestens 16 ECTS-Punkten gewählt werden. Die untenstehenden Wahlpflichtmodule werden empfohlen. Mit Genehmigung der Studiengangleitung können auch geeignete benotete Module anderer Masterstudiengänge der Hochschule Konstanz gewählt werden.

Modul	ECTS	Semester	Fakultät
Energieeffiziente Fahrzeugtechnik	6	Sommersemester	Maschinenbau
Mobile Roboter und ihre Programmierung / Autonome Roboter	6	Sommersemester	Informatik
Embedded Systems (EN)	7	Sommersemester	Maschinenbau
Optimization and analysis of internal combustion engines (EN)	6	Wintersemester	Maschinenbau
Sensoren und Aktoren	6	Wintersemester	Maschinenbau
Optik und bildgebende optische Systeme	6	Wintersemester	Maschinenbau
Fahrerassistenzsysteme	6	Wintersemester	Elektro- und Informationstechnik
Nachhaltigkeit im industriellen Umfeld	5	Wintersemester	Maschinenbau