

Modulhandbuch

Course Catalogue

Motorsport Engineering (MMO)

Motorsport Engineering



Fakultät Maschinenbau/Umwelttechnik
Department of Mechanical Engineering and Environmental Engineering

Master of Engineering (M.Eng.)

Master of Engineering (M.Eng.)

Inhaltsverzeichnis

Table of content

Inhaltsverzeichnis.....	2
Vorbemerkungen.....	4
Studienplan.....	5
Semesterplan	5
Module	6
Modulgruppe 1: Pflichtmodul	6
1.1 Versuchs- und Projektplanung.....	6
Modulgruppe 2: Vertiefung	8
2.1 Entwicklung im Motorsport.....	9
2.1.1 Finite Elemente Methode	9
2.1.2 Computational Fluid Dynamics	11
2.1.3 Simulation von Kraftfahrzeugen	13
2.1.4 Fortgeschrittene Fahrzeugtechnik.....	15
2.2 Assistenzsysteme und Datenverarbeitung	17
2.2.1 Machine Learning	17
2.2.2 Deep Learning	19
2.2.3 Autonomous Robots	21
2.2.4 Computer Vision and AI.....	23
2.3 Elektrische Antriebe.....	25
2.3.1 Regelung elektrischer Antriebe.....	25
2.3.2 Modellbasierte Entwicklung.....	27
2.3.3 Digitale Regelungstechnik.....	29
2.3.4 Embedded Project.....	31
Modulgruppe 3: Wahlpflichtmodule	33
3.1 Electrochemical Energy Converters and Hydrogen Technology	34
3.2 Nachwachsende Rohstoffe im Motorsport	36
3.3 Prüfstandsmesstechnik und Motorapplikation.....	38
3.4 Verbrennungsmotoren II	40
3.5 Digitale Signalverarbeitung (fortgeschritten).....	42
3.6 Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit.....	44
3.7 Technologie- und Innovationsmanagement	46
3.8 Fortschrittliche Fahrzeugaerodynamik	48

3.9 Windkanalversuchstechnik.....	50
3.10 Informationsverarbeitung in mechatronischen Systemen	52
3.11 Modern Databases and NoSQL.....	54
3.12 Methoden der integrierten Produktentwicklung	56
Modulgruppe 4: Projektarbeiten.....	58
4.1 Projekt A	58
4.2 Projekt B	60
Modulgruppe 5: Master-Abschluss.....	62
5.1 Masterarbeit	62
5.2 Masterseminar	64
Aktualisierungsverzeichnis.....	66

Vorbemerkungen

Preliminary note

- **Hinweis:**

Bitte beachten Sie insbesondere die Regelungen der Studien- und Prüfungsordnung des Studiengangs in der jeweils gültigen Fassung.

- **Aufbau des Studiums:**

Das Studium umfasst eine Regelstudienzeit von 3 Semestern.

- **Anmeldeformalitäten:**

Grundsätzlich gilt für alle Prüfungsleistungen eine Anmeldepflicht über das Studienbüro. Zusätzliche Formalitäten sind in den Modulbeschreibungen aufgeführt.

- **Abkürzungen:**

ECTS = Das European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) ist ein Punktesystem zur Anrechnung von Studienleistungen.

SWS = Semesterwochenstunden

- **Workload:**

Nach dem Bologna-Prozess gilt: Einem Credit-Point wird ein Workload von 25-30 Stunden zu Grunde gelegt. Die Stundenangabe umfasst die Präsenzzeit an der Hochschule, die Zeit zur Vor- und Nachbereitung von Veranstaltungen, die Zeit für die Anfertigung von Arbeiten oder zur Prüfungsvorbereitungszeit.

Beispielberechnung Workload (Lehrveranstaltung mit 4 SWS, 5 ECTS-Punkten):

Workload: $5 \text{ ECTS} \times 30\text{h/ECTS} = 150 \text{ h}$

- Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen)	= 60 h
- Selbststudium	= 60 h
- Prüfungsvorbereitung	= 30 h
	<hr/>
	= 150 h

- **Anrechnung von Studienleistungen:**

Bitte achten Sie auf entsprechende Antragsprozesse über das Studienbüro.

Studienplan

Den Studienplan für den Masterstudiengang Motorsport Engineering finden Sie bei den Studiengangsunterlagen auf der Homepage.

Semesterplan

Der Semesterplan gibt an, welche Module im jeweiligen Semester angeboten werden und welche Dozierenden zum Einsatz kommen. Sie finden ihn auf der Homepage bei den Studiengangsunterlagen.

Module

Modulgruppe 1: Pflichtmodul

1 Versuchs- und Projektplanung

Design of Testing, Experiments and Projects

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2500	Pflichtmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Wintersemester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Tobias Skubacz			Prof. Dr. Tobias Skubacz	
Voraussetzungen* Prerequisites				
Grundlegendes Verständnis technischer Zusammenhänge sowie physikalische Grundlagen der Messtechnik				
*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.				
Verwendbarkeit Usability		Lehrformen Teaching Methods		Workload
		Seminaristischer Unterricht mit Übungen, Seminar		Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:**

Verständnis für wissenschaftliches Arbeiten und dessen systematische Vorgehensweise
Kenntnisse über Versuchstechnik, Versuchsplanung und Messtechnik
Anwendung statistischer Methoden zur Planung, Analyse und Optimierung von Experimenten

- Methodenkompetenz:**

Durchführung effektiver Literaturrecherche und strukturierter Gliederung wissenschaftlicher Arbeiten
Anwendung verschiedener Versuchstechniken, statistischer Methoden und Optimierungsverfahren
Fähigkeit zur kritischen Interpretation von Daten und Ableitung fundierter Schlussfolgerungen
Einsatz von Methoden zur Projektsteuerung und Verbesserung der Teamorganisation
Entwicklung von Fähigkeiten im Projektmanagement, einschließlich Zielsetzung, Ressourcenplanung und Risikomanagement
kritisches Interpretieren von Daten, Ableiten fundierter Schlussfolgerungen

- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**

Förderung analytischen und kritischen Denkens bei wissenschaftlicher und experimenteller Arbeit
Fähigkeit zur selbstständigen Organisation komplexer Aufgaben und Projekte
Entwicklung von Problemlösungsstrategien und Entscheidungsfähigkeit in unsicheren oder dynamischen Umfeldern
Selbstreflexionsfähigkeit

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Wissenschaftliches Arbeiten als methodisch-systematisch-kritisches Vorgehen:

Zielsetzung, Aufgabenstellung, Literaturrecherche, korrekt zitieren, Gliederung, strukturierte Vorgehensweise, eigene Ideen gezielt untersuchen, kritische Diskussion bzw. Konklusion; Zusammenfassung

Versuchstechnik und Versuchsplanung, Auswertungsmethoden:

Ursache-Wirkungs-Analysen (Ishikawa)
systematische Beobachtung zur Identifikation von Problemursachen
Versuchsparameter und Messgrößen identifizieren und definieren
Anforderungen an Versuchsaufbauten, Grundlagen der Datenerfassung und -auswertung sowie Statistik
Messsystemanalyse (MSA) und statistische Absicherung
einfache Methoden der Versuchsplanung (z.B. OFAT)
statistische Versuchsplanung (DoE; vollfaktorielle und teilfaktorielle Pläne, Taguchi)
Verfahren von Regressionsanalysen und Multivarianzanalysen
Bedeutung von Korrelation und Kausalität
Optimierungsverfahren für technische Probleme

Projektplanung und -management:

Ziele, Termine, Kosten und Ressourcen; Risikomanagement; Teamorganisation und Projektsteuerung ggf. mit agilen Methoden

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Skript, sonstige Unterlagen, Verweise auf Webinhalte und Tutorials

Heesen, B.: Wissenschaftliches Arbeiten, Springer, 4. Auflage, 2021 <https://doi.org/10.1007/978-3-662-62548-4>

Sandberg, B. (2017). Wissenschaftliches Arbeiten von Abbildung bis Zitat: Lehr- und Übungsbuch für Bachelor, Master und Promotion.

De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110514810>

Stock S., Schneider P., Peper E., Molitor E. (Hg): Erfolgreich wissenschaftlich arbeiten, Springer, 2011

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-55001-4>

Kleppmann, W.: Versuchsplanung – Produkte und Prozesse optimieren, Hanser, 10. Auflage, 2020 <https://doi.org/10.3139/9783446463974>

Reynvaan, C.H.H.: Kap. 32 Versuchsplanung. In: Wie geht Industrie? Springer Spektrum, 2022 https://doi.org/10.1007/978-3-662-65850-5_32

Siebertz, K.; van Bebber, D.; Hochkirchen, T.: Statistische Versuchsplanung <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55743-3>

Weiterführend:

Box, G.; Hunter, W.: Statistics for Experimenters. Wiley, 2. Auflage, 2005

Montgomery, D. C.: Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons, 2001

Rasch, D.: Verfahrensbibliothek: Versuchsplanung und -auswertung, De Gruyter, 2. Aufl., 2007

Meyer, H.; Reher, H.-J.; Projektmanagement, Springer Gabler, 2. Aufl. 2020

Madauss, B.-J.; Projektmanagement – Theorie und Praxis aus einer Hand, Springer, 8. Aufl., 2020

Patzak, G., & Rattay, G. (2017). Projektmanagement. Linder Verlag.

Timing, H. (2017). Modernes Projektmanagement. Wiley.

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Materialien z.B. weiterführende Fachliteratur oder recherchierte Quellen können zum Teil in englischer Sprache sein.

Die Veranstaltung findet in deutscher Sprache statt.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)

Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Modularbeit	<p>Übungsleistungen bestehend aus (Gewichtung; Lernziele/Kompetenzen):</p> <p>a) Aufgaben zum wissenschaftlichen Arbeiten (15 %; 1, 2, 3)</p> <p>b) Aufgaben zur Versuchsplanung und -auswertung (70 %; 1, 2)</p> <p>c) Selbstkritische Reflexion eines eigenen Projekts außerhalb des Moduls (z. B. Projekt A, B oder eines anderen, bereits durchgeführten Projekts) nach Kriterien des Projektmanagements (15 %; 2, 3)</p>	<p>1) Fachkompetenz</p> <p>2) Methodenkompetenz</p> <p>3) Persönliche Kompetenz</p>

Modulgruppe 2: Vertiefung

Bei den Vertiefungen werden Themengebiete in Gruppen zusammengefasst. Es muss ein Block mit vier zugehörigen Modulen und einem Umfang von insgesamt 20 ECTS gewählt werden.

Folgende Vertiefungen stehen zur Wahl:

- Entwicklung im Motorsport
- Assistenzsysteme und Datenverarbeitung
- Elektrische Antriebe

Die Vertiefungsrichtung wird bereits im Rahmen der Bewerbung für diesen Studiengang ausgewählt. Die inhaltlichen Beschreibungen der zur Wahl stehenden Vertiefungen mit den zugehörigen Modulen sind im Modulhandbuch einsehbar.

Es besteht kein Rechtsanspruch auf das Angebot und auf die Durchführung bestimmter Vertiefungen.

2.1 Entwicklung im Motorsport

2.1.1 Finite Elemente Methode

Finite Element Method

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1365	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Wintersemester	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Heinrich Kammerdiener			Prof. Dr. Kammerdiener	

Voraussetzungen* Prerequisites

Technische Mechanik, Festigkeitslehre, Ingenieurmathematik

Keine Voraussetzung, aber sehr hilfreich sind Grundkenntnisse im Umgang mit einem FE-Programm. Vorausschauenden Studierenden wird der Besuch einer entsprechenden Veranstaltung im Bachelorstudium empfohlen!

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> Innovationsfokussierter Maschinenbau Motorsport Engineering (Master) 	Seminaristischer Unterricht mit Übungen am Rechner, Studienarbeit	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Studienarbeit = 40 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 50 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:** Kennen/Verstehen der Methode der Finite Elemente für lineare Berechnungen (Diskretisierung, Knotenfreiheitsgrade, Ansatzfunktionen, lineare & quadratische Elemente, Berechnung der unbekannten Knotenverschiebungen, Spannungsberechnung), Erkennen der Grenzen einer linearen Theorie, Kennen/Verstehen der Grundlagen einer nichtlinearen Berechnung (geometrische und physikalische Nichtlinearität, Kontakt)
- Methodenkompetenz:** Anwenden der Grundgleichungen der linearen FEM zur Berechnung von Formänderungen und Spannungen an einfachen Systemen. Simulation einer industrierelevanten Fragestellung der Strukturmechanik mit einem kommerziellen FE-Programmpaket (Studienarbeit) und Prüfen/Bewerten der Ergebnisse hinsichtlich Plausibilität und Umsetzbarkeit.
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Ingenieurwissenschaftliches Denken/Herangehen/Umsetzen/Hinterfragen. Erkennen/Diskutieren/Bewerten konkurrierender Lösungsansätze. Eigenständiges/zielgerichtetes Lernen in Übungsgruppen und im Eigenstudium.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Grundgleichungen der linearen FEM, Matrizengleichungen der Elastostatik und Elastodynamik, Variationsprinzip, Ebener Fachwerkstab, Ebener Biegebalken mit kubischen Ansatzfunktionen, äquivalenter Knotenlastvektor, Transformation des ebenen Fachwerkstabs, Gesamtsteifigkeitsmatrix zusammengesetzter Systeme, Ebener Spannungszustand, Ebener Verzerrungszustand.

Grundlagen nichtlinearer Finite-Elemente-Berechnungen, Geometrische Nichtlinearität, Physikalische Nichtlinearität, Lösung nichtlinearer Probleme, Nichtlinearitäten durch Kontakt, Grundlagen einer Elasto-Plastizitätstheorie.

Lehrmaterial / Literatur <small>Teaching Material / Reading</small>		
<p>Formelsammlung; Sammlung alter Klausuren mit ausführlichen Lösungen Klein, B.: FEM – Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau, Vieweg+Teubner Rust, W.: Nichtlineare Finite-Elemente-Berechnungen, Vieweg+Teubner</p>		
Internationalität (Inhaltlich) <small>Internationality</small>		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice) <small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur + Modularbeit	Klausur 90 Minuten / 70 % Studienarbeit (ca. 15 bis 30 Seiten) / 30 %	Klausur: Fachkompetenz mit Fokus auf dem Nachweis des Verständnisses elementarer Zusammenhänge auf dem Gebiet der Finite-Elemente-Methode Studienarbeit: Methodenkompetenz unter Verwendung von FEM-Berechnungsprogrammen am Beispiel industrierelevanter Aufgabenstellungen

2.1.2 Computational Fluid Dynamics

Computational Fluid Dynamics

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkten Number of Credits
	1368	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Wintersemester	30
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Stefan Beer			Prof. Dr. Beer	

Voraussetzungen* Prerequisites

Grundlagen Strömungsmechanik, Thermodynamik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> Innovationsfokussierter Maschinenbau Motorsport Engineering (Master) 	Seminaristischer Unterricht, Praktikum	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Studienarbeit = 40 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 50 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:** Verständnis, Analyse und Bewertung der Simulationsmethoden in der Fluidodynamik
- Methodenkompetenz:** Selbständige Anwendung von CFD-Simulationspaketen
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Selbstorganisation bei der Planung von Simulationen, eigenständiges Arbeiten und interdisziplinäres Denken

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Grundgleichungen der Strömungsmechanik in differentieller Form
- Phänomene der Fluidmechanik im historischen Kontext
- Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungssysteme mit Schwerpunkt Finite-Volumen-Verfahren
- Erzeugung und Beurteilung von Rechengittern
- Turbulenzmodellierung
- Test-Cases
- Einführungskurs in kommerzielle CFD-Software (starccm+)
- Ausblick: Open Source Software

Lehrmaterial / Literatur <small>Teaching Material / Reading</small>		
<ul style="list-style-type: none"> - Skript - Ferziger/Peric, Numerische Strömungsmechanik, Springer, 2008 - Örtel/Laurien, Numerische Strömungsmechanik, Springer, 2013 - Versteeg/Malalasekera, An introduction to computational fluid dynamics, Pearson, 2nd edition, 2007 - Tutorials zu starccm+ und OpenFOAM 		
Internationalität (Inhaltlich) <small>Internationality</small>		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice) <small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur + Modularbeit	Klausur 90 Minuten / 70 % Studienarbeit (ca. 10 bis 15 Seiten) / 30 %	Klausur: Fachkompetenz mit Fokus auf dem Nachweis des Verständnisses elementarer Zusammenhänge auf dem Gebiet des Themenfeldes Computational Fluid Dynamics Studienarbeit: Methodenkompetenz unter Verwendung von CFD-Berechnungsprogrammen am Beispiel industrierelevanter Aufgabenstellungen

2.1.3 Simulation von Kraftfahrzeugen

Simulation of Road Vehicles

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkten Number of Credits
	2501	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Sommersemester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Horst Rönnebeck			Felix Wipfler (LBA)	

Voraussetzungen* Prerequisites

Empfohlen: MATLAB/Simulink, Fahrzeugdynamik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> • Motorsport Engineering (Master) 	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (2 SWS x 15 Wochen) inkl. Laborübung = 60 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage, das Gesamtfahrzeug und seine Einzelkomponenten zu benennen, Fahrzeugsimulationssoftware anzuwenden und typische Fahrzeugmanöver zu simulieren und auszuwerten. Sie können die Auswirkungen von Fahrzeugparametern auf Fahrkomfort und Fahrsicherheit ermitteln und einfache Optimierungen durchführen.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage, sich an komplexe Fragestellungen zu wagen, um diese mittels Simulation zu bearbeiten. Sie können die korrekten Modelle und Konfigurationen für die vorliegenden Fragestellungen ermitteln und verwenden. Sie können entsprechende Simulationswerkzeuge mittels erlernter Methoden in Matlab/Simulink erstellen.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden können sich ein Bild von der Tätigkeit eines Entwicklungsingenieurs in der Fahrzeugtechnik im Bereich der Simulation machen und einschätzen, ob ihnen die Arbeit eines Simulationsingenieurs gefällt.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Einführung in die Software Plattform CarMaker von IPG und Matlab/Simulink
- Überblick über die Fahrzeugkomponenten, z.B. Reifen, Bremsen, Aufhängung, Lenkung und ihre jeweiligen Simulink-Modelle
- Erstellen von Fahrzeugmodellen in Matlab/Simulink bzw. Parametrierung von Szenarien in CarMaker
- Simulation und Bewertung typischer Fahrzeugmanöver, z.B. Lenkwinkelsprung, Lenkwinkelrampe, Sinuslenken, Beschleunigung, Bremsstest, double (single) lane change, (quasi-)stationäre Kreisfahrt
- Analyse des Einflusses der Eigenschaften der Hauptkomponenten des Fahrzeugs
- Einführung in die Optimierung des Fahrzeugverhaltens im Hinblick auf Sicherheit und Komfort.

Lehrmaterial / Literatur		
Teaching Material / Reading		
CarMaker Documentation; Rill, G., Castro, A.: Road Vehicle Dynamics: Fundamentals and Modeling with MATLAB Rill, G.: Simulation von Kraftfahrzeugen, Vieweg-Verlag 1994 Rill, Schaeffer, Borchsenius: Grundlagen und computergesteuerte Methodik der Mehrkörpersimulation, Springer 2020		
Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Mündliche Prüfung	20 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

2.1.4 Fortgeschrittene Fahrzeugtechnik

Advanced Vehicle Technology

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2502	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Sommersemester	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr.-Ing. Horst Rönnebeck			Prof. Dr.-Ing. Horst Rönnebeck	

Voraussetzungen* Prerequisites

Fahrwerkstechnik und Mehrkörpersimulation

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium = 45 h Prüfungsvorbereitung = 45 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
Vertiefte Kenntnisse auf den Gebieten der Längs- Quer- und Vertikaldynamik von Zwei- und Einspurfahrzeugen.
- **Methodenkompetenz:**
Analyse und Synthese der Längs- Quer- und Vertikaldynamik von Zwei- und Einspurfahrzeugen. Bestimmung von Lasttransferkräften infolge Kurvenfahrt und Längsbeschleunigung. Bestimmung der Fahrleistungen von Fahrzeugen. Berechnung und experimentelle Bestimmung der verschiedenen Fahrwiderstände.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
Ingenieurwissenschaftliches Denken/Herangehen/ Umsetzen/Hinterfragen. Erkennen/Diskutieren/Bewerten konkurrierender Lösungsansätze. Eigenständiges/zielgerichtetes Lernen in Übungsgruppen und im Eigenstudium.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Längs- Quer- und Vertikaldynamik an Zwei- und Einspurfahrzeugen. Fahrleistungen und Fahrwiderstände. Experimentelle Ermittlung von Fahrwiderständen. Roll- und Nickkinematik. Brems- und Anfahrnickausgleich

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Skript; Anschauungsmaterial; Beispielkonstruktionen; Overheadmodelle.
 Burkhard, M.: Fahrwerktechnik: Bremsdynamik und Pkw-Bremsanlagen, Vogel Verlag, Würzburg 1991;
 Haken, K.-L.: Grundlagen der Fahrzeugtechnik, 4. Aufl., Hanser-Verlag, München 2015;
 Mitschke, M.; Wallentowitz, H.: Dynamik der Kraftfahrzeuge, 4. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg, Berlin 2004;
 Reimpell, J., Sponagel, P.: Fahrwerktechnik – Räder und Reifen, Vogel Verlag, Würzburg 1986;
 Reimpell, J.: Fahrwerktechnik; Grundlagen, Vogel Verlag;
 Schulz, A.: RC-Car Fahrwerktechnik, Verlag für Technik und Handwerk neue Medien GmbH, Baden-Baden, 2012;
 Trzesniowski, M.: Handbuch Rennwagenteknik, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2017;
 Zomotor, A.: Fahrwerktechnik – Fahrverhalten, 2. Aufl., Vogel Verlag, Würzburg 1991.

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

2.2 Assistenzsysteme und Datenverarbeitung

2.2.1 Machine Learning

Maschinelles Lernen

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1628	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	English	1 Semester	yearly/winter semester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Patrick Levi			Prof. Dr. Patrick Levi	
Voraussetzungen* Prerequisites				
Advanced competences in computer science and mathematics				
*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.				
Verwendbarkeit Usability			Lehrformen Teaching Methods	Workload
Can be credited in the following study programmes: <ul style="list-style-type: none">Artificial Intelligence for Industrial ApplicationsMotorsport Engineering (Master)			Seminars with exercises	Contact time: 60 h Self study: 40 h Project work: 50 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

After completing this module successfully, students will have the following professional, methodological and personal competences:

- **Professional competence:** Students know typical use cases for the application of machine learning in different areas such as industry, media, marketing, etc. They are familiar with common methods of supervised and unsupervised learning, have a conceptual understanding of how they work, and can evaluate them in terms of their strengths and weaknesses. They are familiar with the challenges associated with their use and know approaches and strategies to address them.
- **Methodological competence:** Students will be able to select suitable ML methods for various application scenarios and implement them programmatically on the basis of software libraries. They are able to evaluate and interpret the results and can assess the methods with regard to their quality and performance. They know different techniques for model optimization and can apply them practically.
- **Personal competence (social competence and self-competence):** Working in international teams, scientific and analytical approach and problem solving as a team member

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Clarification of terms and applications of Machine Learning
- Mathematical basics (e.g. gradient descent methods)
- Regression and Classification (Linear Regression, Binary Classification, Multiclass Classification, Goodness Measures for the Evaluation of regression and classification models, cross validation, hyperparameter optimization, regularization)
- Basic methods of supervised learning
- Basic methods of unsupervised learning
- Data Preprocessing
- Machine Learning in Python

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, C. J. Pal: Data mining: practical machine learning tools and techniques, Morgan Kaufmann, 2018.
A. Géron: Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras and Tensor Flow, O'Reilly, 2018.
Raschka: Machine Learning with Python: the practical handbook for Data Science, Predictive Analytics and Deep Learning, mitp-Verlag, 2016.
C. M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, 2016.
T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer, 2nd ed. (2009)
Sklearn User Guide (https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html)
Conference and Journal Papers (handed out in the course).

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Module is offered in English.
Students work in international
English literature is used.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)

Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Project Work	Project-report (10-15 pages) / 100 %	Conception and prototypical implementation of a machine learning use case

2.2.2 Deep Learning

Mehrschichtiges maschinelles Lernen

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1630	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	English	1 Semester	yearly/summer semester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Christian Bergler			Prof. Dr. Christian Bergler	

Voraussetzungen* Prerequisites

Advanced competences in computer science and mathematics

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Can be credited in the following study programmes: <ul style="list-style-type: none"> Artificial Intelligence for Industrial Applications Motorsport Engineering (Master) 	Seminars with exercises	Contact time: 60 h Self study: 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

After completing this module successfully, students will have the following professional, methodological and personal competences:

- **Professional competence:** Students learn and understand the functionality and basics of neural networks and deep learning methods.
- **Methodological competence:** Students can implement chosen deep learning methods based on given and existing software libraries, apply them to given data sets and select and optimize the appropriate functions and parameters.
- **Personal competence (social competence and self-competence):** Students can solve complex problems in the field of deep learning on their own, while also learning from the views and approaches of others to further deepen their understanding. Overall, it helps students to learn not only how to self-organize, but also how to manage their time and exchange ideas with other colleagues, which contributes to their personal, professional, and social growth

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Mathematical and algorithmic foundations for deep learning
- Introduction to neural networks and deep learning: model function, cost and activation functions, vectorization
- Model training: Gradient-based methods, forward- and backward- propagation
- Model training: Parameter initialization, variants of the gradient-based methods, batch normalization, hyperparameter tuning, regularization techniques
- Convolutional Neural Networks

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

- C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
- F. Chollet: Deep Learning with Python, Manning, 2018. (deutsche Version bei mitp Professional, 2018)
- Géron: Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, O'Reilly Media, 2019
- Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, 2017, online: <http://www.deeplearningbook.org>
- T. Rashid: Make Your Own Neuronal Network, CreateSpace, 2016. (German Version: Neuronale Netze selbst programmieren: Ein verständlicher Einstieg mit Python, Oreilly, 2017)
- Zhang, C. Lipton, M. Li, A. Smola: Dive into Deep Learning, 2023, online: <https://d2l.ai/>
- current research papers

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Module is offered in English. Students work in international teams.		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Written exam	90 min / 100 %	Understand the basics of deep learning methods, analyze given problems and show possible solutions be able to show solutions, apply basic methods/functions

2.2.3 Autonomous Robots

Autonome Roboter

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2503	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	English	1 Semester	yearly/summer semester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Thomas Nierhoff			Prof. Dr. Thomas Nierhoff	

Voraussetzungen* Prerequisites

Advanced competences in computer science and mathematics

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Can be credited in the following study programmes: <ul style="list-style-type: none"> Artificial Intelligence for Industrial Applications Motorsport Engineering (Master) 	Seminars with exercises	Contact time: 60 h Self study: 40 h Project work: 50 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

After completing this module successfully, students will have the following professional, methodological and personal competences:

- Professional competence:** Students know basic procedures in the field of sensor processing, data fusion, localization and behavior control of autonomous robots.
- Methodological competence:** Upon completion of the module, students will be able to solve a variety of tasks for autonomous robots using a unified framework.
- Personal competence (social competence and self-competence):** Students can solve complex problems by their own

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Structure of autonomous robots
- environment perception
- sensor data fusion
- self-localization
- behavior control
- Bayesian optimization
- Gaussian processes

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

B. Siciliano, O. Khatib: Handbook of Robotics, Springer, 2008
X. Gao, T. Zhang: Introduction to Visual SLAM: From Theory to Practice, Springer, 2021
C. E. Rasmussen, C. Williams: Gaussian Processes for Machine Learning, MIT Press, 2006
R. Garnett: Bayesian Optimization, Cambridge University Press, 2023

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Module is offered in English. Students work in international teams. English literature is used.		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Project Work	Short presentation and project report (10-15 pages) / 100 %	Design and implementation of a selected application

2.2.4 Computer Vision and AI

Maschinelles Sehen und KI

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2504	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	English	1 Semester	yearly/summer semester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Tatyana Ivanovska			Prof. Dr. Tatjana Ivanovska	

Voraussetzungen* Prerequisites

Advanced competences in computer science and mathematics

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Can be credited in the following study programmes: <ul style="list-style-type: none"> Artificial Intelligence for Industrial Applications Motorsport Engineering (Master) 	Seminars with exercises	Contact time: 60 h Self study: 60 h Project work: 30 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

After completing this module successfully, students will have the following professional, methodological and personal competences:

- Professional competence:** The students know and understand how artificial neural networks work. They are familiar with different architectures (e.g. CNNs, RNNs) and their suitability for problems of image recognition and understanding.
- Methodological competence:** Students will be able to select suitable deep learning methods and architectures for given application scenarios from the field of computer vision and implement them on the basis of software libraries. They are familiar with techniques and methods of feature generation from image data as well as model optimization and can apply them practically.
- Personal competence (social competence and self-competence):** Teamwork, professional exchange with team members

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Introduction to Computer Vision and Deep Learning
- Feature extraction methods for images
- Data augmentation for image data
- Convolutional Neural Networks (CNN)
- Object Recognition with CNN
- Image Segmentation with CNN
- autoencoders
- Recurrent Neural Networks (RNN)

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning, 2017, online: <http://www.deeplearningbook.org>
Jason Brownlee: Deep Learning for Computer Vision, 2020
Aktuelle Forschungsarbeiten aus den Bereichen Computer Vision und Deep Learning (werden in der Lehrveranstaltung angegeben)

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Module is offered in English. Students work in international teams. English literature is used.		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Project Work	project report / 100 %	Design and implementation of a sample application using Deep Learning.

2.3 Elektrische Antriebe

2.3.1 Regelung elektrischer Antriebe

Control of electrical drives

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1850	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Wintersemester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Heiko Zatocil			Prof. Dr. Heiko Zatocil	
Voraussetzungen* Prerequisites				
Die Veranstaltungen "Elektrische Maschinen und Antriebe" oder vergleichbares Fach im Bachelor-Studium erfolgreich absolviert.				
*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.				
Verwendbarkeit Usability			Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none">IT and Automation (Master)Motorsport Engineering (Master)			Seminaristischer Unterricht	150 h Präsenzstudium: 60 h (= 4 SWS x 15) Eigenstudium: 90 h (Vor-/Nachbereitung zum Präsenzstudium, Prüfungsvorbereitung)

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage den Aufbau und die Funktionsweise einer Feldorientierten Regelung für Synchron- und Asynchronmaschinen zu beschreiben und zu charakterisieren. Ebenso können Sie die Anforderungen an die in der elektrischen Antriebstechnik eingesetzte Sensorik (Strom, Spannung, Lage/Drehzahl) benennen und erläutern und Lösungsvorschläge erarbeiten. Darüber hinaus sind die gängigen Modulationsverfahren für Pulsrichter bekannt.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage eine Feldorientierte Regelung strukturell aufzubauen. Ebenso können Sie Strom-, Drehzahl- und Lageregelkreise auslegen und optimieren. Ebenso können sie Pulsmuster für die Halbleiterschalter des Stromrichters erzeugen.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden können im Rahmen der Übungen ihre Kommunikation und Zusammenarbeit in der Gruppe verbessern. Ebenso wird das persönliche Zeitmanagement zur Stoffnachbereitung und Prüfungsvorbereitung optimiert.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Regelung von Gleichstromantrieben, Feldorientierte Regelung von Drehfeldmaschinen, Zweipunkt-Wechselrichter mit Spannungszwischenkreis, Raumzeigermodulation, Sensorik bei elektrischen Antrieben, Antriebsauslegung

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Vorlesungsskript, Übungsblätter, Rechnersimulationen
Teigelkötter, Johannes: Energieeffiziente elektrische Antriebe, Springer Vieweg, 2013
Hagl, Rainer: Elektrische Antriebstechnik, Hanser-Verlag, 2015

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Aufgaben zu den fachlichen Inhalten der Lehrveranstaltung (s.o.)

2.3.2 Modellbasierte Entwicklung

Model-based software development with Matlab, Simulink and Stateflow

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2505	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Wintersemester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Heiko Zatocil			Prof. Dr. Heiko Zatocil	

Voraussetzungen* Prerequisites

keine

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> IT and Automation (Master) Motorsport Engineering (Master) 	Seminaristischer Unterricht mit Rechnerübungen	150 h: Präsenzstudium: 30 h (= 2 SWS x 15) Rechnerübung: 30 h (= 2 SWS x 15 h) Eigenstudium: 90 h (Vor-/Nachbereitung zum Präsenzstudium, Rechnerübungen)

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:** Die Studierenden können den Entwicklungs-/Simulationsumgebungen Matlab (mit den Toolboxes Simulink, Stateflow und Simscape), PLECS und Modellica umgehen. Darüber hinaus kennen sie den Einsatz der Werkzeuge in der Systementwicklung. Sie verstehen den Systementwicklungsprozess und können diesen beschreiben.
- Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage technische Systeme zu analysieren, zu interpretieren und in ein simulierfähiges Modell zu überführen.
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden können im Rahmen der Rechnerübungen ihre Kommunikation und Zusammenarbeit in der Gruppe verbessern. Ebenso wird das persönliche Zeitmanagement zur Stoffnachbereitung und Prüfungsvorbereitung optimiert.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Systementwicklungsprozess nach ASPICE
Einführung in Simulationstechniken
Einführung und Umgang mit den Simulationsumgebungen Matlab/Simulink/Stateflow/Simscape, PLECS und Modellica

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Vorlesungsskript, Übungsblätter, Rechnersimulationen
Angermann et al.: MATLAB - Simulink - Stateflow, De Gruyter Oldenbourg
Schweizer, W.: MATLAB kompakt, Oldenbourg Wissenschaftsverlag
Lipphardt, G.: Einstieg in die Leistungselektronik mit PLECS, Carl Hanser Verlag
Kral, C.: Modellica, Carl Hanser Verlag

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Mündliche Prüfung	30 min / 100 %	Aufbau eines technischen Systems in einer der Umgebungen. Erläuterungen zum Entwurf und Analyse der Simulationsergebnisse

2.3.3 Digitale Regelungstechnik

Digital Closed-Loop Control

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1849	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Sommersemester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr.-Ing. Jan Ortmann			Prof. Dr.-Ing. Jan Ortmann	

Voraussetzungen* Prerequisites

Regelungstechnik, Angewandte Systemtechnik, Mathematik 1-3, Digitale Signalverarbeitung

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> IT and Automation (Master) Motorsport Engineering (Master) 	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	150 h, davon Präsenzstudium: 60 h (= 4 SWS x 15 Vorlesungswochen) Eigenstudium: 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden kennen die Beschreibungsmethoden (linearer) digitaler Regelkreise (z-Transformation, Zustandsraumdarstellung), Entwurfsmethodiken, sowie die Modellierung realer Systeme. Die Studierenden sind in der Lage, Regelkreise selbständig mathematisch zu modellieren, Regler (und deren Parameter) mit gängigen Methoden und Tools zu entwerfen und zu simulieren sowie praktisch umzusetzen.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage, regelungstechnische Problemstellungen hinsichtlich Machbarkeit, Realisierungsaufwand und Auswahl der Tools einzuschätzen und praktisch umzusetzen.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden können selbstständig und in Kleingruppen Fragestellungen der digitalen Signalverarbeitung praxisgerecht umsetzen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

-Z-Transformation
-Übergang analog zu digital (z. B. PID-Regler, PT1-, PT2-System)
-Übertragungsfunktionen von beliebig vermaschten Signalflussgraphen
-Kaskadenregelung (Strom-, Geschwindigkeits- und Positionsregelung)
-Vorsteuerung
-Stabilität
-Zustandsraumdarstellung (analog und digital)
-Zustandsbeobachter/Zustandsregler
(-Systemidentifikation)

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Folien (Beamer), Tafel, Übungsblätter
H. Unbehauen, "Regelungstechnik 1+2"
J. Lunze, "Regelungstechnik 1+2"

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Fachbegriffe werden auf Englisch verwendet		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	oben genannte Fach- und Methoden-Kompetenzen

2.3.4 Embedded Project

Embedded Project

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2506	Vertiefung	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Sommersemester	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Peter Raab			Prof. Dr. Peter Raab	

Voraussetzungen* Prerequisites

Grundkenntnisse der Programmiersprachen C/C++ und der Mikrocomputertechnik / Embedded Systems

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> IT and Automation (Master) Motorsport Engineering (Master) 	Seminaristischer Unterricht mit Übungen und Praktikum	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:** Die Studierenden erlangen fundiertes **fachliches Grundlagenwissen** ...
 - in der Anwendung von **eingebetteten Systemen**: Sie kennen die wichtigsten Sensorprinzipien und können diese in Betrieb nehmen. Sie entwickeln und analysieren Algorithmen aus dem Bereich der autonomen Systeme (Routenplanung)

Die Studierenden erlernen und üben die **Anwendung** von Mikrocontrollern, insbesondere ...

 - in der **Softwareentwicklung für Mikrocontroller**: Sie können gegebene Anforderungen in eine C-Programmierung umsetzen. Sie können Peripherieeinheiten des Mikrocontrollers in Betrieb nehmen und konfigurieren. Sie können Hard- und Softwarekomponenten zur Realisierung eines komplexen eingebetteten Systems entwickeln (programmieren und testen).
 - in der Analyse und Umsetzung von **Realzeiteigenschaften**: Sie können asynchrone Ereignisse (Interrupts) erkennen und programmieren; typische Ein- und Ausgabegeräte als Reaktion ansteuern.
 - die Verwendung moderner **Entwicklungs- und Debugging Werkzeuge**: Sie kennen den Softwareentwicklungsprozess und können ein Softwarekonzept im Mikrocontroller umsetzen (Assembler/Compiler, Linker, IDE, Debugger).
- Methodenkompetenz:** Die Studierenden erlangen durch die Durchführung kleinerer SW-Projekte im Labor ...
 - Strategien zur **Problemlösung**: Sie können komplexe Sachverhalte einfach darstellen. Sie können Anforderungen analysieren und in eine technische Realisierung umsetzen (Top-Down-Denken).
 - Methoden der **Fehlersuche**: Sie können systematisch mit modernen Werkzeugen (Debugger, Oszi, Logikanalysator) Fehler im Quellcode erkennen und beheben.
 - die Kompetenz, die **Software-Qualität** zu bewerten: Sie erkennen die Notwendigkeit strukturierter und dokumentierter Softwareerstellung. Sie können verständlichen Code erstellen und kennen typische Modelle zur Beschreibung von Software (Flussdiagramm, Sequenzdiagramm, Zustandsdiagramm).
 - die Befähigung zur **selbständigen Aneignung und Anwendung** (wissenschaftlicher) Erkenntnisse: Sie können einschlägige (englischsprachige) Literatur, insbesondere Datenblätter und Manuals lesen und verstehen.
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden erlangen Sozial- und Selbstkompetenz durch ...
 - die **teamorientierte Projektarbeit**: Sie können im Team Aufgabenstellungen im Umfeld autonomer eingebetteter Systeme entwickeln und implementieren.
 - persönliches Zeitmanagement**: Sie können sich im Rahmen der Vor- und Nachbereitung der Seminare, der Praktika und der Prüfung Ihre persönliche Arbeitsweise strukturieren und optimieren.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Softwareentwurf und -entwicklung:

- Modellierung Eingebetteter Systeme (SW-Architektur eingebetteter Systeme)
- Endliche Automaten und State Charts
- Regelschleifen in eingebetteter Software
- Eigenschaften eingebetteter Sensoren
- Embedded C und/oder C++ (hardwarenah)
- Entwicklung von Gerätetreibern für Sensoren und Aktuatoren
- Betrieb von Geräten im Polling- und Interruptmodus

Hardware- und Treiberentwicklung:

- Bedien- und Anzeigeelemente (LED, LCD, Touchscreen)
- Speicherbausteine / Speicherorganisation
- Peripherie/Schnittstellen (GPIO, PWM, UART, SPI, ...) für Motorantriebe, Sensorauswertungen, Kommunikationssysteme und -protokolle

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Vorlesungsskript, Praktikumsanleitungen, Tafel

Literatur:

- Peter Marwedel, „Embedded Systems Design“, 3rd ed., Springer 2017, ISBN-13: 978-3-319-56045-8
- Steve Furber, „ARM-Rechnerarchitekturen für System on Chip-Design“ (deutsche Ausgabe, MITP, ISBN-13: 978-3826608544) oder „ARM System-On-Chip Architecture“ (2. Auflage, englische Ausgabe, Addison-Wesley, ISBN-13: 978-0201675191)
- Jürgen Plate, Skript „Embedded Programmierung – Methoden und Verfahren“
- Jonathan M. Valvano, „Embedded Systems: Introduction to ARM Cortex-M Microcontrollers“, CreateSpace Independent Publishing, 2nd Ed. 2012, ISBN-13: 978-1477508992
- Joseph Yiu: „The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors“, Newnes, 3rd Edition 2013, ISBN-13: 978-0124080829
- Referenz Manuals und Datenblätter (werden bereitgestellt)

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Es werden vorwiegend englischsprachige Literaturquellen eingesetzt.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)

Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Modularbeit	Projektarbeit: Konzeption, Umsetzung und Dokumentation einer praktischen Projektaufgabe (ca. 15 bis 25 Seiten / 80 %) mit finaler Präsentation am Ergebnis (ca. 15 bis 20 Minuten / 20 %)	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modulgruppe 3: Wahlpflichtmodule

Die Wahlpflichtmodule können aus einem vorgegebenen Angebot ausgewählt werden. Es müssen insgesamt fünf Wahlpflichtmodule gewählt werden, wobei hier auch Module aus den nicht gewählten Vertiefungen belegt und angerechnet werden können.

Die Studierenden werden über das Schwarze Brett zur Wahl aufgefordert. Die inhaltlichen Beschreibungen der zur Wahl stehenden Wahlpflichtmodule sind im Modulhandbuch einsehbar oder werden im Rahmen des Wahlverfahrens zur Verfügung gestellt.

Es besteht kein Rechtsanspruch auf das Angebot und auf die Durchführung bestimmter Wahlpflichtmodule. Die im jeweiligen Semester angebotenen Wahlpflichtmodule werden im Semesterplan bekannt gegeben.

3.1 Electrochemical Energy Converters and Hydrogen Technology

Elektrochemische Energiewandler und Wasserstofftechnik

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	983	Wahlpflichtmodule	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	English	1 Semester	yearly/summer semester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Peter Kurzweil			Prof. Dr. Peter Kurzweil	

Voraussetzungen* Prerequisites

Basic knowledge of chemistry

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Can be credited in the following study programmes: <ul style="list-style-type: none"> International Energy Engineering (Master) Motorsport Engineering (Master) 	Seminar-based teaching, exercises, practical training	Lecture (4 SWS x 15 weeks) = 60 h Self-study Preparation and follow-up, Examination preparation = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

After completing this module successfully, students will have the following professional, methodological and personal competences:

- **Professional competence:** Understand the structure and functionality of electrochemical energy converters and evaluate their technical features, applications and materials.
- **Methodological competence:** Selecting and applying digital, electrochemical measurement techniques; apply relevant calculation methods.
- **Personal competence (social competence and self-competence):** Recognize and use chemistry as the basis of natural and technical processes; Carry out and evaluate practical measurements in a team.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

1. Basics of electrochemical energy storage
 - a. Electrochemical cells: electrode materials, separators, electrolytes, potentials and reference electrodes, redox processes, chemical thermodynamics, electrode kinetics, double layer.
 - b. Electrochemical measurement methods: charge-discharge characteristics, potentiometry, amperometry, conductometry, coulometry, transient methods, cyclic voltammetry, impedance spectroscopy, corrosion measurement, electrochemical sensors, insight into microsystem technology.
 - c. Electrochemical storage and converters: supercapacitors, batteries, fuel cells, hybrid systems, redox flow cells, electrolysis, electrolyte systems, photoelectrochemistry.
2. Systems and processes in electrochemical energy technology
 - a. Hydrogen generation from fossil and renewable sources, gas cleaning, hydrogen storage.
 - b. Properties and technical uses of hydrogen: Power-to-X applications, synthetic fuels, safety technology, futuristic applications.
 - c. Electrochemistry of the elements: industrial processes related to energy technology
3. Practical training

Measurement on electrochemical energy converters, programming of measuring devices, experiments with hydrogen.

The contents of the course can be taught in presence and/or in virtual form.

Lehrmaterial / Literatur		
Teaching Material / Reading		
<p>Script Encyclopedia of Electrochemical Power Sources, Elsevier Electrochemical Energy Storage, Mc Graw Hill</p>		
Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Written exam	60 min / 100 %	Professional competence, methodological competence

3.2 Nachwachsende Rohstoffe im Motorsport

Bio-based Materials in Motorsport

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2507	Wahlpflichtmodule	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Wintersemester	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Werner Prell			Prof. Dr. Werner Prell, Prof. Dr. Christoph Lindemberger	

Voraussetzungen* Prerequisites

Grundlegende Kenntnisse in Chemie, Thermodynamik und Werkstofftechnik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminar	Vorlesung (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 120 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden lernen die Nutzung von biogenen Rohstoffen als Alternative zu fossilen Rohstoffen kennen. Sie erhalten die Fähigkeit, Ressourcen und deren Potentiale bei der Verwendung nachwachsender Rohstoffe nachhaltig einzuschätzen. Sie können Rohstoffe in unterschiedliche Gruppen einteilen und kennen die zugehörigen Rohstoffquellen. Sie setzen sich vertieft mit deren Einsatz im Rennsport auseinander.
- **Methodenkompetenz:** Neben der Fähigkeit, aus chemischen Komponenten und Grundstrukturen auf die Einsatzmöglichkeiten eines Rohstoffs in seiner Ursprungsform sowie auf mögliche physikalische oder chemische Modifikationen zu schließen, sind die Studierenden in der Lage, Informationen aus Forschungsergebnissen zu analysieren und deren Inhalte fachgerecht zu präsentieren.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden lernen, wissenschaftliche Ergebnisse klar und prägnant zu kommunizieren, stärken ihre Fähigkeit zum selbstständigen und eigenverantwortlichen Arbeiten und entwickeln durch Gruppen- und Projektarbeit eine ausgeprägte Teamfähigkeit.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Kohlenhydrate (Lignocellulose, Stärke, Zucker) – Gewinnung und Verwendung
- Lipide (Öle, Fette, Terpen) – Gewinnung und Verwendung
- Faserstoffe
- Biopolymere und Biokunststoffe

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Aktuelle Literatur (Veröffentlichungen, Zeitschriften, Fachmagazine, FNR, ...)

- J. H. Clark; F. Deswarte: Introduction to chemicals from biomass; Wiley-Verlag 2008
- M. Kaltschmitt; H. Hartmann; H. Hofbauer: Energie aus Biomasse; Springer-Verlag 2009
- G. Holzmann; M. Wangelin: Natürliche und pflanzliche Baustoffe; Vieweg-Teubner 2009
- O. Türk: Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe; Springer-Vieweg 2014
- A. Behr: Einführung in die Chemie nachwachsender Rohstoffe; Springer-Vieweg 2018

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)

Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Mündliche Prüfung	15 min pro Person (einzeln oder als Prüfungsgespräch in Kleingruppen unter Einbezug eigener Rechercheergebnisse) / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

Test bench measurement systems and engine application

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2508	Wahlpflichtmodule	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Wintersemester	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Marco Taschek			Prof. Dr. Marco Taschek	

Voraussetzungen*
Prerequisites

Technische Thermodynamik, Strömungsmechanik, Chemie, Verbrennungsmotoren

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Praxis	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = <u>90 h</u> = 150 h

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden lernen:
 - Prüfstände zur Untersuchung von Verbrennungsmotoren fachgerecht zu betreiben und geeignete Messsysteme und -sensorik auszuwählen, zu kalibrieren und korrekt anzuwenden. Messtechnische Signale aufzubereiten, zu analysieren und zu bewerten (AVLConcerto).
 - Applikationswerkzeuge zur Motorsteuerung einzusetzen (z. B. ETAS INCA, Bosch RaceCon)
 - Relevante Kenngrößen von Motoren und Antrieben zu erfassen und zu optimieren
 - Typische Fehlerquellen und Unsicherheiten in Messaufbauten zu erkennen und zu minimieren
- **Methodenkompetenz:** Neben der Fähigkeit, den Prüfstand zu betreiben und aus den gewonnenen Daten Rückschlüsse auf das Betriebsverhalten, Leistungsentfaltung und Schadstoffemission zu schließen, sind die Studierenden in der Lage, Informationen aus Forschungsergebnissen zu analysieren und deren Inhalte fachgerecht zu präsentieren.

Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz): Die Studierenden lernen, wissenschaftliche Ergebnisse klar und prägnant zu kommunizieren, stärken ihre Fähigkeit zum selbstständigen und eigenverantwortlichen Arbeiten und entwickeln durch Gruppen- und Projektarbeit eine ausgeprägte Teamfähigkeit.

Course Content

- Prüfstands Aufbau
- Prüfstandsmesstechnik
- Datenerfassung und Auswertung
- Entwicklungsmethodik
- Motorsteuergeräte: Aufbau, Funktion, Bedienung
- Ein Teil der Lehrveranstaltung findet im Motorenlabor statt. Im Rahmen dieser Veranstaltung werden die Studierenden mit modernen Motorenprüfständen vertraut gemacht.

Bezug zu aktuellen Themen in den Medien und der Gesellschaft.

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Vorlesungsskript
Mollenhauer, K. (Hrsg.) Handbuch Dieselmotoren; Springer Vieweg Verlag
Von Basshuysen, R. Handbuch Verbrennungsmotoren, Springer Vieweg Verlag
Von Basshuysen, Schäfer (Hrsg), Lexikon Motorentechnik, Springer Vieweg Verlag
Borgeest, K.: Messtechnik und Prüfstände für Verbrennungsmotoren, Springer Vieweg Verlag
Pischinger, S.: Verbrennungsmotoren. RWTH Aachen.

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)

Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Mündliche Prüfung	15 min pro Person (einzeln oder als Prüfungsgespräch in Kleingruppen unter Einbezug eigener Rechercheergebnisse und Messergebnisse) / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

3.4 Verbrennungsmotoren II

Combustion Engines II

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2509	Wahlpflichtmodule	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Sommersemester	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Marco Taschek			Prof. Dr. Marco Taschek	

Voraussetzungen* Prerequisites

Technische Thermodynamik, Strömungsmechanik, Chemie, Verbrennungsmotoren

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Vor- und Nachbereitung, Selbststudium = 30 h Vorbereitung Präsentation = 15 h Klausurvorbereitung = 45 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden lernen umfassendes Systemverständnis komplexer Verbrennungsmotoren mit Fokus auf Aufladung, Einspritzung, Ventiltrieb und Motorsteuerung. Sie erlangen die Fähigkeit, bestehende Motoren in Bezug auf ihr Potenzial einzuschätzen. Sie können Motorschäden kategorisieren und möglichen Ursachen zu ordnen. Sie setzen sich vertieft mit dem Einsatz des Erlernten im Rennsport auseinander.
- **Methodenkompetenz:** Neben der Fähigkeit, aus unterschiedlichen Komponenten die für die Anwendung geeigneten auszuwählen, sind die Studierenden in der Lage komplexe Motorsysteme systematisch zu analysieren, Schwachstellen zu identifizieren und geeignete Gegenmaßnahmen abzuleiten. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, Informationen aus Forschungsergebnissen zu analysieren und deren Inhalte fachgerecht zu präsentieren.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden lernen, wissenschaftliche Ergebnisse klar und prägnant zu kommunizieren, stärken ihre Fähigkeit zum selbstständigen und eigenverantwortlichen Arbeiten und entwickeln durch Gruppen- und Projektarbeit eine ausgeprägte Teamfähigkeit.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Kraftstoffsysteme
- Motorelektronik
- Ventiltriebskonzepte
- Aufladung
- Motorschäden
- Alternative Kraftstoffe und erforderliche Motoranpassungen
- Zukunftskonzepte

Bezug zu aktuellen Themen in den Medien und der Gesellschaft.

Lehrmaterial / Literatur		
Teaching Material / Reading		
<p>Vorlesungsskript Mollenhauer, K. (Hrsg.) Handbuch Dieselmotoren; Springer Vieweg Verlag Von Basshuysen, R. Handbuch Verbrennungsmotoren, Springer Vieweg Verlag Von Basshuysen, Schäfer (Hrsg), Lexikon Motorentechnik, Springer Vieweg Verlag Pischinger, S.: Verbrennungsmotoren. RWTH Aachen. Pucher, Zinner: Aufladung von Verbrennungsmotoren, Springer Vieweg Verlag Wild: Motorschäden, Vogel Verlag</p>		
Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur + Modularbeit	<p>Klausur 60 min / 70 %</p> <p>Präsentation 20 min / 30 % Vorstellung eines technischen Produktes in Form einer Präsentation durch eine Kleingruppe von ca. zwei bis drei Studierenden. Die Präsentation erfolgt vor sämtlichen Teilnehmer/-innen des Moduls</p> <p>Beide Teilleistungen sind separat mit mindestens 4,0 erfolgreich zu absolvieren.</p>	<p>Klausur: Fachkompetenz mit Fokus auf die theoretischen Grundlagen, Methodenkompetenz</p> <p>Präsentation: Fachkompetenz mit Fokus auf konkrete Produkte, deren Einsatzmöglichkeiten und Einsatzgrenzen, Persönliche Kompetenz</p>

3.5 Digitale Signalverarbeitung (fortgeschritten)

Digital Signal Processing (enhanced)

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1852	Wahlpflichtmodule	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Sommersemester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr.-Ing. Jan Ortmann			Prof. Dr.-Ing. Jan Ortmann	

Voraussetzungen* Prerequisites

Digitale Signalverarbeitung, Angewandte Systemtechnik, Mathematik 1-3

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> IT and Automation (Master) Motorsport Engineering (Master) 	SU/Ü	150 h, davon Präsenzstudium: 60 h (= 4 SWS x 15 Vorlesungswochen) Eigenstudium: 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden kennen einige der wichtigsten Algorithmen der modernen digitalen Signalverarbeitung. Die Studierenden sind in der Lage, diese Algorithmen als Teil größerer Systeme umzusetzen, d.h. zu entwerfen, zu simulieren und zu implementieren.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der modernen digitalen Signalverarbeitung auf verschiedenste Problemstellungen anzuwenden, und sich schnell neue Methoden anzueignen und deren Leistungsfähigkeit und Komplexität zu bewerten.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden können selbstständig und in Kleingruppen Fragestellungen der digitalen Signalverarbeitung praxisgerecht umsetzen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen Course Content

-Z-Transformation
-Wahrscheinlichkeitsraum, Zufallsvariablen, Verteilfunktionen
-Beschreibung von Zufallssignalen
-IIR-Filter
-Digitale Nachbildungen analoger Systeme (IIV, BIL)
-IIR-Filter Entwurf
-Mason's Gain Formula
-Stabilität
-Systemidentifikation mittels FIR-Filter
-Adaptive FIR-Filter

Lehrmaterial / Literatur		
Teaching Material / Reading		
Folien (Beamer), Tafel, Übungsblätter K.-D. Kammeyer und K. Kroschel, "Digitale Signalverarbeitung" J.-R. Ohm, H. D. Lüke, "Signalübertragung" K.-D. Kammeyer, "Nachrichtenübertragung"		
Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Fachbegriffe werden auf Englisch verwendet		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	oben genannte Fach- und Methoden-Kompetenzen

3.6 Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit

Structural Durability and System Reliability

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1370	Wahlpflichtmodule	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Wintersemester	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Klaus Sponheim			Prof. Dr. Rönnebeck, Prof. Dr. Sponheim	

Voraussetzungen* Prerequisites

Empfehlung: Ingenieurmathematik, Technische Mechanik, Festigkeitslehre, Werkstofftechnik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> Innovationsfokussierter Maschinenbau (Master) Motorsport Engineering (Master) 	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:** Einsicht in die Bedeutung der Betriebsfestigkeit als ingenieurwissenschaftliche Fachdisziplin; Verständnis der dazugehörigen Zusammenhänge und ihre umfassende Anwendung auf technische Problemstellungen sowie Nutzung analytischer, virtueller und experimenteller Verfahren zur Simulation. Berechnung der Zuverlässigkeit technischer Systeme
- Methodenkompetenz:** Fähigkeit zur wissenschaftlich fundierten Analyse, Problemlösung sowie Dokumentation von Zusammenhängen (Betriebsfestigkeit) im Ingenieurwesen. Analysieren eines technischen Systems und entwickeln mathematischer Modelle zur Berechnung und Optimierung der Zuverlässigkeit technischer Systeme.
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Befähigung zur Kommunikation über die Fachdisziplin, Befähigung zur Selbstständigkeit sowie zur Teamarbeit bei der Problemlösung, Befähigung zu lebenslangem Lernen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen Course Content

Materialermüdung (Grundlagen, Mechanismen); experimentelle Grundlagen; Beanspruchungsanalyse (mathematische Beschreibung/Auswertung von Prozessen markovscher Art, Zählverfahren sowie Rekonstruktionsverfahren); Schadensakkumulationshypothesen; rechnerische Verfahren: Grundlagen Nennspannungskonzept, örtliches Konzept, Strukturspannungskonzept und bruchmechanisches Konzept; Nachweisführung; Auslegungsphilosophie und praktische Umsetzung
Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung; Ereignismenge und Elementarereignisse; Begriffe der Mengenlehre (leere Menge, Teilmenge, Durchschnitt, Vereinigung, Komplement, Potenzmenge, Formeln nach de Morgan). Permutation und Kombination, Wahrscheinlichkeitsbegriff nach Laplace und nach von Mises, axiomatische Definition der Wahrscheinlichkeit nach Kolomogoroff. Bedingte Wahrscheinlichkeit. Baumdiagramm. Diskrete und stetige Zufallsvariablen. Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion diskreter Zufallsvariabler; Dichtefunktion und Verteilungsfunktion stetiger Zufallsvariabler. Quantile, Erwartungswert, Streuungsmaße, Momente höherer Ordnung diskreter und stetiger Zufallsvariabler. Addition und Subtraktion von Erwartungswerten und Streuungsmaßen unabhängiger und abhängiger Zufallsvariabler. Spezielle Verteilungen: Binominal-, hypergeometrische, Normal-, Exponential- und Weibullverteilung. Zuverlässigkeitskenngrößen, Fehlerbaumanalyse; Ereignisablaufanalyse; Zuverlässigkeitsblock-diagrammanalyse; Part Count Methode; Part Stress Methode; Zuverlässigkeitswachstum; heiße, kalte und warme Redundanz; komplexere Redundanzen (zwei aus drei, usw.). Reihen-, Parallel- und gemischte Anordnungen, Methode der Minimalen Schnitte, Methode der minimalen Pfade, Wahrheitstafel.

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Skript; Haibach, E.: Betriebsfestigkeit – Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2006; Radaj, D. / Vormwald, M.: Ermüdungsfestigkeit, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2007.
 MBB (Hrsg.): Technische Zuverlässigkeit, Springer-Verlag, Berlin 1986
 Kececioglu, Dimitri: Reliability Engineering Handbook, Prentice Hall Verlag, 1991
 Rakowsky, Uwe Kay: Systemzuverlässigkeit. LiLoLe Verlag, 2001

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Verwendung englischer Fachbegriffe der Systemzuverlässigkeit

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)

Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

3.7 Technologie- und Innovationsmanagement

Technology and Innovation Management

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2510	Wahlpflichtmodule	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Sommersemester	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Thomas Tiefel			Prof. Dr. Tiefel	

Voraussetzungen* Prerequisites

Betriebswirtschaftliche Grundkenntnisse
Grundkenntnisse in der Managementlehre

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> Innovationsfokussierter Maschinenbau (Master) Motorsport Engineering (Master) 	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an dem Modul sollen die Studierenden in der Lage sein,

Fachkompetenz:

- die Notwendigkeit der Generierung von Innovationen als Überlebensbedingung für Unternehmen zu verstehen
- Grundbegriffe und -zusammenhänge des Technologie- und Innovationsmanagements zu erläutern
- grundlegende Typen von Innovationen zu erläutern
- grundlegende strategische Problem- und Aufgabenfelder des Technologie- und Innovationsmanagements zu beschreiben

Methodenkompetenz:

- ausgewählte Modelle, Konzepte, Verfahren und Instrumente des Technologie- und Innovationsmanagements anzuwenden
- ausgewählte Problemfelder im Technologie- und Innovationsbereich eines Unternehmens zu analysieren

Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Makroökonomische Aspekte und Implikationen von Innovationen; Zukunftsbestimmende Technologie- und Technikfelder; Probleme bei der Innovationsgenerierung; Potentiale eines systematischen Innovationsmanagements; Grundbegriffe und -zusammenhänge im Technologie- und Innovationsmanagement (TIM), z.B. Theorie, Technologie und Technik; Produkte als technische Systeme; Funktionsprinzip eines technischen Systems, Invention und Innovation; Inhalt eines systematischen TIM; Struktur und Prozess des strategischen und taktisch-operativen TIM; spezifische Aufgaben- und Problemfelder des strategischen TIM (z.B. technologie- und markt-orientierte Frühaufklärung, technologieorientierte Umwelt- und Unternehmensanalyse, Formulierung der Innovationsstrategie); Typen von Innovationen; Ausgewählte Modelle, Konzepte, Methoden, Verfahren und Instrumente des Innovationsmanagements (z.B. Innovationsmatrix, Zeitfalle, S-Kurve, Know-how Kurve, Disruptive Innovation, Blitzscaling)

Lehrmaterial / Literatur		
Teaching Material / Reading		
<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript mit Lückentext • Artikel aus Zeitungen, Fach- und Publikumszeitschriften • Internetbasiertes Lehr- und Anschauungsmaterial • Probeklausur • Lehrbücher: Gerpott, T.: Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement, akt. Aufl. Strebel, H. (Hrsg.): Innovations- und Technologiemanagement, akt. Aufl. 		
Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Bedeutung der internationalen Innovationsdynamik Deutsche, europäische und amerikanische Ansätze des Innovationsmanagements		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur und/oder Modulararbeit	Klausur 90 min und/oder Modulararbeit (Studienarbeit) Die Gewichtung der Teilleistungen regelt der Studienplan.	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

3.8 Fortschrittliche Fahrzeugaerodynamik

Advanced Vehicle Aerodynamics

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2511	Wahlpflichtmodule	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Wintersemester	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
N. N.			N. N.	

Voraussetzungen* Prerequisites

Grundlegende Kenntnisse in Physik, Fluidmechanik, Thermodynamik, Technische Mechanik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Sie erwerben die Fähigkeit, je nach Entwicklungsziel die entsprechenden, zielführenden aerodynamischen Komponenten auszuwählen, zu berechnen und zu kombinieren. Sie erlernen die Kompetenz sich mit widersprüchlichen Anforderungen (Sicherheit, Design, Reglement, Verbrauchsbeschränkungen, Kühl- und Lüftungsanforderungen etc.) kritisch auseinanderzusetzen, diese zu interpretieren und für den Fahrzeugentwurf zu berücksichtigen. Sie setzen sich vertieft mit der Bedeutung der aerodynamischen Bauteile für den Einsatz im Rennsport auseinander.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden lernen die Bedeutung der Fahrzeugaerodynamik für die Fahrzeugentwicklung kennen. Die Studierenden sind in der Lage, Informationen aus Versuchs- und Forschungsergebnissen zu analysieren und deren Inhalte fachgerecht aufzubereiten und zu präsentieren.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden lernen, wissenschaftliche Ergebnisse klar und prägnant zu kommunizieren, stärken ihre Fähigkeit zum selbstständigen und eigenverantwortlichen Arbeiten und entwickeln durch Gruppen- und Projektarbeit eine ausgeprägte Teamfähigkeit.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Geschichte der Fahrzeugaerodynamik
- Wichtige Grundlagen für die Aerodynamik (RANS – Gleichungen, Grenzschicht, Turbulenz, Wirbelablösungen, Aeroakustik)
- Aerodynamische Komponenten und deren Auswirkungen auf Widerstand, Abtrieb und Balance
- Aerodynamik für Serien- und Hochleistungsfahrzeuge
- Anforderungen an die Fahrzeugaerodynamik aus dem Kühlungs- und Lüftungsbedarf von Fahrzeugen
- Überblick zu Windkanalversuchstechnik und Strömungssimulation

Lehrmaterial / Literatur <small>Teaching Material / Reading</small>		
<ul style="list-style-type: none"> - Aktuelle wissenschaftliche Literatur (Veröffentlichungen, Zeitschriften, Fachmagazine...) - Thomas Schütz (Hrsg.), Hucho Aerodynamik des Automobils, aktuelle Auflage 		
Internationalität (Inhaltlich) <small>Internationality</small>		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice) <small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Projektarbeit	<p>Schriftlicher Teil (ca. 20 bis 25 Seiten) / 80 %</p> <p>Mündliche Präsentation (ca. 15 bis 20 Minuten) im Rahmen eines Projektseminars / 20 %</p>	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

Wind tunnel test technology

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2512	Wahlpflichtmodule	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Sommersemester	
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
N. N.			N. N.	

Voraussetzungen*
Prerequisites

Grundlegende Kenntnisse in Physik, Fluidmechanik, Thermodynamik, Technische Mechanik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Seminaristischer Unterricht mit Windkanalpraxis	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = <u>90 h</u> = 150 h

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Sie erwerben die Fähigkeit, je nach Entwicklungsziel die entsprechende, zielführende Windkanaltechnik und Messtechnik auszuwählen und einen Versuchsaufbau auszulegen. Sie erlernen die Kompetenz sich mit Messergebnissen kritisch auseinanderzusetzen, diese zu interpretieren und für den Fahrzeugentwurf zu nutzen. Sie setzen sich vertieft mit der Bedeutung der Windkanalmessungen für den Einsatz im Rennsport auseinander.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden lernen die Bedeutung der Windkanalversuchstechnik für die Fahrzeugentwicklung kennen. Die Studierenden sind in der Lage, Informationen aus Versuchs- und Forschungsergebnissen zu analysieren und deren Inhalte fachgerecht aufzubereiten und zu präsentieren.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Die Studierenden lernen, wissenschaftliche Ergebnisse klar und prägnant zu kommunizieren, stärken ihre Fähigkeit zum selbstständigen und eigenverantwortlichen Arbeiten und entwickeln durch Gruppen- und Projektarbeit eine ausgeprägte Teamfähigkeit.

Course Content

- Überblick zur Historie der Fahrzeugaerodynamik
- Wichtige Grundlagen für Windkanäle (Reynoldszahl, Grenzschicht, Turbulenz, Aeroakustik, Interferenzkorrektur, Referenzkörper)
- Überblick zu aerodynamischen Bauteilen und deren Funktion
- Windkanalbauformen, Bauteile, Funktion
- Windkanaltypen (Großwindkanal, Modellwindkanal, Aeroakustik, Thermo- und Klimawindkanal, Anforderungen aus der WLTP-Norm)
- Windkanalmesstechnik (Kraftmessung, Sonden für Druck, Temperatur und Geschwindigkeit, Hitzdrahtanemometrie, LDA, PIV)
- Methoden zur Strömungssichtbarmachung und Particle Seeding

Lehrmaterial / Literatur <small>Teaching Material / Reading</small>		
<ul style="list-style-type: none"> - Aktuelle wissenschaftliche Literatur (Veröffentlichungen, Zeitschriften, Fachmagazine...) - Thomas Schütz (Hrsg.), Hucho Aerodynamik des Automobils, aktuelle Auflage 		
Internationalität (Inhaltlich) <small>Internationality</small>		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice) <small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Projektarbeit	Schriftlicher Teil (ca. 20 bis 25 Seiten) / 80 % Mündliche Präsentation (ca. 15 bis 20 Minuten) im Rahmen eines Projektseminars / 20 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

3.10 Informationsverarbeitung in mechatronischen Systemen

Information Processing in Mechatronic Systems

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1917	Wahlpflichtmodule	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	deutsch	1 Sem.	jährlich/Wintersemester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Armin Wolfram			Prof. Dr. Wolfram	

Voraussetzungen* Prerequisites

Mathematische Grundkenntnisse: Differential- und Integralrechnung, Lösung von Gleichungssystemen, Lösen von Differentialgleichungen, komplexe Zahlen
Mechanische Grundkenntnisse: Kinematik, Dynamik, Erhaltungssätze, Bewegungsgleichungen
Messtechnische Grundkenntnisse: Prinzipien und Strukturen von Messeinrichtungen, aktive und passive Wandler
Regelungstechnische Grundkenntnisse: Beschreibung von Systemen im Zeit- und Frequenzbereich, Fourier- und Laplacetransformation, grundlegende Übertragungsglieder, Sprungantworten, Standardregelkreis, Grundtypen linearer Standardregler

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> Innovationsfokussierter Maschinenbau (Master) Motorsport Engineering (Master) 	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:** Die Studierenden erlangen ein grundlegendes Verständnis für die Bestandteile und Konzepte zur Informationsverarbeitung in mechatronischen Systemen. Sie kennen wichtige Verfahren der digitalen Signalverarbeitung in Mess- und Regelkreisen sowie Überwachungsstrukturen und sind mit den bei der Abtastung auftretenden Einschränkungen und Problemen vertraut. Sie sind in der Lage, Anforderungen zur Signalverarbeitung für ein mechatronisches System zusammenzutragen sowie die in bestehenden Anlagen verwendeten Verfahren und Prinzipien zu beurteilen.
- Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind befähigt, mechatronische Systeme zu beschreiben und zu simulieren. Sie können digitale Verfahren zur Fourieranalyse auf Zeitreihen anwenden, die erhaltenen Ergebnisse analysieren und interpretieren. Sie sind in der Lage, zeitdiskrete Näherungen für analoge Systeme zu ermitteln und als Differenzengleichungen sowie Übertragungsfunktionen darzustellen. Daneben können die Studierenden das Übertragungsverhalten von Systemen mittels Frequenzgängen interpretieren.
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Fähigkeit, über die Inhalte und Probleme der digitalen Informationsverarbeitung in mechatronischen Systemen sowohl mit Fachkollegen als auch z.B. innerhalb von Projektgruppen mit fachfremden Kollegen zielführend zu kommunizieren.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Mechatronische Systeme: Beispiele, Bestandteile, Strukturen, Funktionen, Entwicklungsprozess
Modellbildung und Simulation: Grundbegriffe und Einsatzmöglichkeiten, Zustandsraumdarstellung und Übertragungsfunktion, mechanische Prozessbeispiele, Einführung in Matlab/Simulink
Digitale (zeitdiskrete) Signale und Systeme: Strukturen zur Signalverarbeitung, zeitdiskrete Signale und Systeme im Zeitbereich, diskrete Fourier Transformation (DFT), Schwingungsanalyse rotierender Maschinen, Z-Transformation zeitdiskreter Signale und Systeme, sprung-invariante und bilineare Transformation, Entwurf digitaler Filter
Digitale Regler: Zeitdiskreter PID-Regler, Wahl der Abtastzeit, praktische Aspekte bei der Auslegung

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Skript;

Isermann, R. (2008): Mechatronische Systeme - Grundlagen, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin.

Heimann, B. et al. (2015): Mechatronik. Komponenten – Methoden – Beispiele, 4. Auflage, Carl Hanser Verlag, München.

Meyer, M. (2014): Signalverarbeitung, Analoge und digitale Signale, Systeme und Filter, 7. Auflage, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden.

Lunze, J. (2016): Regelungstechnik 2, Mehrgrößensysteme, Digitale Regelung, 9. Auflage, Springer Verlag, Berlin.

Isermann, R. und M. Münchhof (2011): Identification of Dynamic Systems – An Introduction with Applications, Springer Verlag, Berlin.

Pietruszka, W. D. (2012): Matlab und Simulink in der Ingenieurpraxis – Modellbildung, Berechnung und Simulation, 3. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden.

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)

Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

3.11 Modern Databases and NoSQL

Moderne Datenbanken und NoSQL

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2513	Wahlpflichtmodule	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	English	1 Semester	yearly/winter semester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
N. N.			N. N.	

Voraussetzungen* Prerequisites

Advanced competences in computer science and mathematics

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Can be credited in the following study programmes: <ul style="list-style-type: none"> Artificial Intelligence for Industrial Applications Motorsport Engineering (Master) 	Seminars with exercises	Contact time: 60 h Project work: 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

After completing this module successfully, students will have the following professional, methodological and personal competences:

- **Professional competence:** The students know the basics of relational database systems and can understand and compare them with other forms of data organisation. They can name examples of the use of relational database systems and list the possibilities of linking databases to application programs. They know the syntax of a common access language and can apply it. The students learn about distributed data models as well as platforms and frameworks for distributed data, such as NoSQL databases.
- **Methodological competence:** Students will be able to independently design, create, and query databases. Students refine their knowledge of modern databases, including distributed data models. By designing and building complex infrastructures, students deepen their ability to abstract. Students learn a confident approach to modern database applications and infrastructures.
- **Personal competence (social competence and self-competence):** Students will be able to model, discuss, and present modern databases to a larger audience in small groups. Through independent learning, students will acquire time management skills.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

- Database theory and practice: data organisation, types of databases, relational database design, transactions.
- Syntax of a database language like SQL
- Practical work with a relational database, such as DB setup and DB connection of application programs
- Distributed data models and platforms and frameworks for distributed data, such as NoSQL databases

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

R. Elmasri and S. Navathe: Fundamentals of Database Systems, 7th Edition, Pearson (2017). ISBN 9789332582705.
P. Sadalage and M. Fowler: NoSQL Distilled, Addison-Wesley (2009). ISBN 0321826620.
Lena Wiese: Advanced Data Management, De Gruyter (2015). ISBN 9783110441406.
Course-specific material on the Moodle learning platform.

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Module is offered in English. Students work in international teams. English literature is used.		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Project Work	project report (10-15 pages) / 100 %	Design and implementation of a selected application

3.12 Methoden der integrierten Produktentwicklung

Moderne Datenbanken und NoSQL

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	001006	Wahlpflichtmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Sommersemester	-
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Jakub Rosenthal			Prof. Dr. Rosenthal, Robert Adunka (LBA)	

Voraussetzungen* Prerequisites

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none"> Innovationsfokussierter Maschinenbau Motorsport Engineering (Master) 	Seminaristischer Unterricht mit Übungen, Seminar	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Seminararbeit = 50 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:** Kenntnis und Fähigkeit zur Anwendung entwicklungsmethodischer Verfahren; Analyse und Synthese; Fähigkeit und Vorgehensweisen zur Lösung neuartigen Aufgabenstellungen bei der Entwicklung komplexer Produkte
- Methodenkompetenz:** Simulationsgestütztes Entwerfen und methodisches Entwickeln innovativer technischer Produkte unter Anwendung einer neuartigen Entwicklungsmethodik; Planung und Organisation eines komplexen Entwicklungsprojektes.
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Selbstorganisiertes Arbeiten in Kleingruppen unter Einhaltung von Terminen; Präsentieren der entwickelten Konstruktion vor einer größeren Gruppe.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Entwicklung technischer Produkte unter Anwendung fortgeschrittener Simulations- und Optimierungssoftware und unter Beachtung methodischer Vorgehensweisen.

Entwicklungsmethodik: Planen (Marktanalyse, Trendanalysen, Patentrecherchen); Kreativtechniken wie Intuitive Methoden (TRIZ, Brainstorming, Bionik), Diskursive Methoden (Morphologischer Kasten, Ursache-Wirkungs-Diagramm); Konzipieren (Anforderungsliste, Abstrahieren, Black-Box, Untergliedern in Teilfunktionen, Suche nach Lösungsprinzipien zur Erfüllung der Teilfunktion, Kombinieren der Teilprinzipien zur Erfüllung der Gesamtfunktion; Technisch-Wirtschaftliche Bewertung von Konzeptvarianten; Entwerfen; Ausarbeiten.

Anwendung von Gestaltungsregeln unter besonderer Beachtung der aufgabenspezifischen Fragestellungen z.B. auf dem Gebiet der Fertigung.

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Skript; TRIZ Tabelle nach Altschuller, Altair Hyperworks, Ansys, Auslegungsprogramm MDesign und Kisssoft, CAD-Software: Creo 4.0 Bauteilkataloge der Fa. Traceparts, Online zugängliche Produktkataloge wie Medias; Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Konstruktionslehre; 8. Auflage; Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg; 2013; Wyndorps, P.: 3D-Konstruktion mit Creo Parametric; 1. Aufl., Verlag Europa-Lehrmittel; Haan-Gruiten, 2013; VDI 2220: Produktplanung. VDI-Verlag, Düsseldorf; VDI 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. VDI-Verlag, Düsseldorf; VDI 2222: Konstruktionsmethodik – Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien. VDI-Verlag, Düsseldorf.

Internationalität (Inhaltlich)		
Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice)		
Method of Assessment		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur Modularbeit	Klausur: 90 min / 50 % Studienarbeit: ca. 10 bis 15 Seiten / 50 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz Klausur: Fachkompetenz mit Fokus auf entwicklungsmethodische Verfahren. Studienarbeit: Methodenkompetenz unter Anwendung fortgeschrittener Simulations- und Optimierungssoftware sowie unter Beachtung methodischer Vorgehensweisen am Beispiel industrierelevanter Aufgabenstellungen.

Modulgruppe 4: Projektarbeiten

4.1 Projekt A

Project A

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2514	Projektarbeiten	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Wintersemester	Abhängig vom jeweiligen Angebot
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Horst Rönnebeck			Verschiedene	
Voraussetzungen* Prerequisites				
*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.				
Verwendbarkeit Usability			Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none">Motorsport Engineering (Master)			Angeleitetes Selbststudium	Selbststudium Projektbearbeitung Schriftl. Ausarbeitung 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- Fachkompetenz:**
 Abhängig vom jeweiligen Angebot
- Methodenkompetenz:**
 Anwenden und Übertragen von im Studium erworbenen Fähigkeiten und Kenntnissen auf neue Problemstellungen; Anwenden des Projektmanagements: Fähigkeit zur Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Projekten; Präsentation von Projektergebnissen
- Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
 Selbstständiges Planen, Durchführen, Auswerten und Dokumentieren von Versuchen oder Konstruktionen unter Einhaltung von Terminen.
 Erkennen und Verbessern der eigenen Teamfähigkeit bei der Arbeit in Kleingruppen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Abhängig vom jeweiligen Angebot.

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Abhängig vom jeweiligen Angebot (Fachbücher, Veröffentlichungen, ...)

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice) <small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Projektarbeit	Schriftlicher Teil (ca. 15 bis 25 Seiten) / 80 % Mündliche Präsentation im Rahmen eines Projektseminars (ca. 15 bis 20 Minuten) / 20 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

4.2 Projekt B

Project B

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2515	Projektarbeiten	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/Sommersemester	Abhängig vom jeweiligen Angebot
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Horst Rönnebeck			Verschiedene	
Voraussetzungen* Prerequisites				
*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.				
Verwendbarkeit Usability			Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: <ul style="list-style-type: none">Motorsport Engineering (Master)			Angeleitetes Selbststudium	Selbststudium Projektbearbeitung Schriftl. Ausarbeitung 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
Abhängig vom jeweiligen Angebot
- **Methodenkompetenz:**
Anwenden und Übertragen von im Studium erworbenen Fähigkeiten und Kenntnissen auf neue Problemstellungen; Anwenden des Projektmanagements: Fähigkeit zur Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Projekten; Präsentation von Projektergebnissen
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
Selbständiges Planen, Durchführen, Auswerten und Dokumentieren von Versuchen oder Konstruktionen unter Einhaltung von Terminen.
Erkennen und Verbessern der eigenen Teamfähigkeit bei der Arbeit in Kleingruppen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Abhängig vom jeweiligen Angebot.

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Abhängig vom jeweiligen Angebot (Fachbücher, Veröffentlichungen, ...)

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice) <small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Projektarbeit	<p>Schriftlicher Teil (ca. 15 bis 25 Seiten) / 80 %</p> <p>Mündliche Präsentation im Rahmen eines Projektseminars (ca. 15 bis 20 Minuten) / 20 %</p>	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

Modulgruppe 5: Master-Abschluss

5.1 Masterarbeit

Master Thesis

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	1432	Masterarbeit	28 ECTS

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jedes Semester	1
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Horst Rönnebeck			Verschiedene	
Voraussetzungen* Prerequisites				
*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.				
Verwendbarkeit Usability		Lehrformen Teaching Methods		Workload
		Masterarbeit (Angeleitetes Selbststudium)		Schriftliche Ausarbeitung 840 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
Abhängig vom jeweiligen Angebot
- **Methodenkompetenz:**
Anwenden und Übertragen von im Studium erworbenen Fähigkeiten und Kenntnissen auf neue Problemstellungen; Anwenden des Projektmanagements: Fähigkeit zur Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Projekten; Präsentation von Projektergebnissen.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
Selbständiges Planen, Durchführen, Auswerten und Dokumentieren von Versuchen oder Konstruktionen unter Einhaltung von Terminen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Abhängig vom jeweiligen Angebot.

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Abhängig vom jeweiligen Angebot (Wissenschaftliche Fachliteratur, eigene Recherchen und ggf. Vorarbeiten.)

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Abhängig vom Thema

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice) <small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Masterarbeit	Schriftliche Ausarbeitung / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

5.2 Masterseminar

Master Seminar

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
	2516	Masterarbeit	2 ECTS

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jedes Semester	1
Modulverantwortliche(r) Module Convenor			Dozent/In Professor / Lecturer	
Prof. Dr. Horst Rönnebeck			Verschiedene	
Voraussetzungen* Prerequisites				
*Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.				
Verwendbarkeit Usability		Lehrformen Teaching Methods		Workload
		Vorträge/Präsentationen mit Diskussion		Kontaktzeit = 1 h Selbststudium = 35 h Prüfungsvorbereitung = 24 h Gesamt = 60 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls

Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
Abhängig vom jeweiligen Angebot
- **Methodenkompetenz:**
In einer mündlichen Prüfung (Masterkolloquium) soll der/die Studierende nachweisen, dass er/sie in der Lage ist, problembezogene Sachverhalte im Rahmen seiner/ihrer Masterarbeit selbständig und wissenschaftlich kritisch zu diskutieren.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
Die Studierenden können eigenständig größere Themen erfassen und bearbeiten, sie sind in der Lage die Inhalte und Ergebnisse Ihrer Arbeit vor Publikum vorzustellen, Schulung der Rhetorik.

Inhalte der Lehrveranstaltungen

Course Content

Abhängig vom jeweiligen Angebot.

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading

Abhängig vom jeweiligen Angebot (Wissenschaftliche Fachliteratur, eigene Recherchen und ggf. Vorarbeiten.)

Internationalität (Inhaltlich)

Internationality

Abhängig vom Thema

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice) <small>Method of Assessment</small>		
Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Präsentation	Kolloquium im Umfang von 20 bis 30 Minuten und anschließende Diskussion / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

Aktualisierungsverzeichnis

Update directory

Nr	Grund	Datum
0	Ausgangsdokument	12.11.2025