

# MODULHANDBUCH

## Fahrzeugtechnik Master

(FZM)

Fassung 1.2  
Stand 13. März 2022

SPO 2.0

Gültig ab Wintersemester 2022 / 2023

## Änderungsverzeichnis

Datum	Version	Beschreibung der Änderung	Bearbeiter
23.06.2021	1.0	Modulbeschreibungen	Apel
28.01.2022	1.1	Aktualisierungen bei Zuverlässigkeit mechanischer Systeme und bei Zuverlässigkeit elektronischer Systeme Änderung Vergabe der Leistungspunkte Forschungsprojekt	Apel
13.03.2022	1.2	Korrektur Teilnahmevoraussetzung im Modul Dynamische Systeme	Apel

## Hinweis zur Gültigkeit

Dieses Modulhandbuch gilt für Studierende, die das Studium nach der Version SPO 2.0 der Studien- und Prüfungsordnung der Hochschule Esslingen aufgenommen haben.

## Sonstige Anmerkungen

Der Workload pro Creditpoint beträgt in diesem Studiengang (§8 (1) MRVO):

Credits	Workload in Stunden
1	30

## Freigabe

Dieses Dokument ist zur Verwendung freigegeben, Esslingen, den 13. März 2022

gez. Prof. Nikolas Apel

## Kontaktpersonen Modulhandbuch

<b>Studiendekan/in:</b>	Prof. Dr.-Ing. Nikolas Apel nikolas.apel@hs-esslingen.de Fakultät Mobilität und Technik Standort Stadtmitte Raum S02.026
<b>Prüfungsausschussvorsitzende/r:</b>	Prof. Dr.-Ing. Nikolas Apel nikolas.apel@hs-esslingen.de Fakultät Mobilität und Technik Standort Stadtmitte Raum S02.026
<b>Fachstudienberater/in:</b>	Prof. Dr.-Ing. Gregor Rottenkolber gregor.rottenkolber@hs-esslingen.de Fakultät Mobilität und Technik Standort Stadtmitte Raum S02.110
<b>Erstellung Modulhandbücher:</b>	Prof. Dr.-Ing. Nikolas Apel nikolas.apel@hs-esslingen.de Fakultät Mobilität und Technik Standort Stadtmitte Raum S02.026

## Studienverlaufsplan / Modulübersicht / Struktur

Sem.	Module						Cr.
3	3108 Abschlussarbeit						30
2	3101 Management und soziale Kompetenz	3123 Dynamische Systeme <sup>3</sup>	3124 Design for Manufacturing <sup>3</sup>	3122 Energie für Mobilität	3125 Wahlpflichtmodul 2	3103 Forschungsprojekt	30
1		3118 Zuverlässigkeit mechanischer Systeme <sup>1</sup>	3119 Zuverlässigkeit elektronischer Systeme <sup>1</sup>	3120 Computer Aided Engineering	3121 Wahlpflichtmodul 1		30

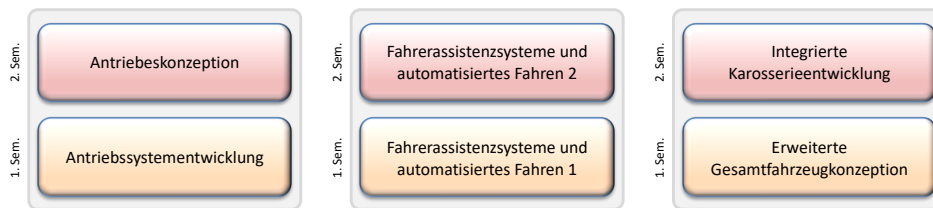
Grundlagen Ingenieurwesen	Grundlagen fachspezifisch	Vertiefung fachspezifisch	Softskills / Interdisziplinär
---------------------------	---------------------------	---------------------------	-------------------------------

<sup>1</sup> Die Module 3118 und 3119 sind Auswahlmodule. Nur eines der beiden Module muss gewählt werden.

<sup>3</sup> Die Module 3123 und 3124 sind Auswahlmodule. Nur eines der beiden Module muss gewählt werden

## Wahlpflichtmodule

Die Wahlpflichtmodule sind in der folgenden Übersicht dargestellt.



Jedes Modul aus dem 2. Semestern erfordert die Kenntnisse eines Moduls aus dem 1. Semester, so dass Sie die Wahlpflichtmodule nur in den oben dargestellten Kombinationen wählen können. Im Curriculum ist vorgesehen, dass Sie sich für eine dieser Kombinationen entscheiden. Das Angebot kann bei zu geringer Nachfrage eingeschränkt werden. Weitere Informationen dazu finden Sie in der [Studien- und Prüfungsordnung](#) im studiengangspezifischen Teil §5 (4).

## Auswahlmodule

Im ersten und im zweiten Semester gibt es jeweils zwei Auswahlmodule, von denen Sie jeweils eines wählen müssen. Im ersten Semester sind das die Module 3118 und 3119, im zweiten Semester die Module 3123 und 3124.

## Modulübersicht

Management und soziale Kompetenz .....	1
Zuverlässigkeit mechanischer Systeme (Auswahlmodul) .....	3
Zuverlässigkeit elektronischer Systeme (Auswahlmodul) .....	7
Computer Aided Engineering .....	10
Antriebssystementwicklung (Wahlpflichtmodul 1) .....	12
Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren 1 (Wahlpflichtmodul 1).....	15
Erweiterte Gesamtfahrzeugkonzeption (Wahlpflichtmodul 1) .....	17
Forschungsprojekt .....	19
Energie für Mobilität .....	21
Dynamische Systeme (Auswahlmodul).....	23
Design for Manufacturing (Auswahlmodul) .....	26
Antriebskonzeption (Wahlpflichtmodul 2) .....	28
Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren 2 (Wahlpflichtmodul 2).....	31
Integrierte Karosserieentwicklung (Wahlpflichtmodul 2) .....	33

## Management und soziale Kompetenz

1	<b>Modulnummer</b> 3101	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 1	<b>Beginn im</b> <input type="checkbox"/> WS <input checked="" type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>Modultyp</b> Pflicht	<b>Workload</b> 120 h	<b>ECTS</b> 4
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
	a) Managementkompetenz b) Global Management		Vorlesung Vorlesung / Gruppenarbeit/ Lehrfahrt		<b>(SWS)</b> 2 2	<b>(h)</b> 30 30	<b>(h)</b> 60	deutsch und englisch
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b> Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden ...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... die grundlegende Vorgehensweise des automobilen Managements darlegen und die Zusammenhänge innerhalb der globalen Automobilbranche verstehen.</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b> <i>Nutzung und Transfer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... auf international Automobil- und Mobilitätsmärkte bezogene Berichte und Präsentationen erstellen.</li> <li>... Zusammenhänge erkennen und einordnen.</li> <li>... internationale Managementprobleme analysieren und Lösungen ableiten bzw. erarbeiten.</li> <li>... unterschiedliche Perspektiven und Sichtweisen gegenüber einem Sachverhalt einnehmen, diese gegeneinander abwägen und eine Bewertung vornehmen.</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Methoden und Werkzeuge anwenden, um neue Erkenntnisse im globalen automobilen Management zu gewinnen.</li> <li>... Internationale Kooperationssysteme in der Automobilbranche optimieren.</li> <li>... eigenständig Ansätze für neue Konzepte entwickeln und auf ihre Eignung beurteilen.</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... aktiv innerhalb einer Organisation kommunizieren und Informationen beschaffen.</li> <li>... die gelernten Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen zur Bewertung des globalen Managements heranziehen und nach anderen Gesichtspunkten auslegen.</li> <li>... Automobilbezogene Management-Inhalte präsentieren und fachlich diskutieren.</li> <li>... in der Gruppe kommunizieren und kooperieren, um adäquate Lösungen für die gestellte Aufgabe zu finden.</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... auf Basis der angefertigten Analysen und Bewertungen Entscheidungsempfehlungen auch aus gesellschaftlicher und ethischer Perspektive ableiten.</li> <li>... den erarbeiteten Lösungsweg theoretisch und methodisch begründen.</li> <li>... die eigenen Fähigkeiten im Gruppenvergleich reflektieren und einschätzen.</li> </ul>							
4	<p><b>Inhalte</b></p> <p>a) Managementkompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Managementbegriff</li> <li>Planung und Kontrolle</li> <li>Organisation</li> <li>Führung und Personaleinsatz</li> </ul> <p>b) Global Management:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Globale Automotive Business Strukturen</li> <li>Methoden der internationalen Kooperation</li> </ul>							

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persönliche und soziale Kompetenz</li> <li>• Interkulturelle Kommunikation</li> <li>• Selbständige Organisation und Durchführung einer mehrtägigen Lehrfahrt (vorzugsweise ins Ausland)</li> </ul>
5	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> verpflichtend: keine empfohlen: Gute englische Sprachkenntnisse – Business English
6	<b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> Mündliche Prüfung 15 Minuten (benotet)
7	<b>Verwendung des Moduls</b>
8	<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Schreier
9	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsbegleitendes Arbeitsmaterial</li> <li>• Schreyögg Georg, Koch Jochen (2014), Grundlagen des Managements, 3. Auflage, Wiesbaden</li> <li>• Robbins Stephen P., Coulter Mary, Fischer Ingo (2014), Management, Hallbergmoos</li> <li>• Nagel Michael, Mieke Christian (2014), BWL-Methoden, Konstanz</li> <li>• Wöhe Günter, Döring Ulrich (2016), Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 26. Auflage, München</li> </ul>
10	<b>Letzte Aktualisierung</b> 13.07.2020

## Zuverlässigkeit mechanischer Systeme (Auswahlmodul)

1	<b>Modulnummer</b> 3118	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 1	<b>Beginn im</b> <input type="checkbox"/> WS <input checked="" type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Auswahl	<b>Workload</b> 240 h	<b>ECTS</b> 8
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
					<b>(SWS)</b>	<b>(h)</b>	<b>(h)</b>	
	a) FEM mit Labor		Vorlesung / Übung		3	45	45	deutsch
	b) Bauteilsicherheit und -zuverlässigkeit mit Labor		Vorlesung / Übung / Labor		3	45	45	
	c) Zuverlässigkeit		Vorlesung / Übung		1	15	15	
	d) Design of Experiments		Vorlesung / Übung		1	15	15	
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b> Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden ...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... die Grundzüge der Methode der Finiten Elemente beschreiben.</li> <li>... Grundwissen über Einsatzmöglichkeiten der FEM für statische und dynamische Simulationen vorweisen.</li> <li>... nichtlineares Verhalten basierend auf der Ursache klassifizieren.</li> <li>... die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Beurteilung der Bauteilsicherheit und Bauteilzuverlässigkeit von schwingend beanspruchten Komponenten verstehen.</li> <li>... die Besonderheiten beim Werkstoff- und Bauteilverhalten bei hohen Temperaturen nachvollziehen.</li> <li>... die grundlegenden Zusammenhänge und Begriffe zur Komponenten- und Systemzuverlässigkeit verstehen.</li> <li>... die grundlegenden Zusammenhänge und Begriffe zur statistischen Versuchsplanung verstehen.</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b> <i>Nutzung und Transfer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... die Finite Elemente Methode zur Berechnung von Bauteilen unter statischen und dynamischen Lasten sowie nichtlinearem Verhalten einsetzen.</li> <li>... fortschrittliche Konzepte zur Gewährleistung der Sicherheit und Verfügbarkeit von Komponenten und Systemen unter vorwiegend zeitlich veränderlicher Belastung anwenden.</li> <li>... die Zuverlässigkeit von Einzelkomponenten und von Systemen berechnen.</li> <li>... geeignete Verteilungsfunktionen für den Zuverlässigkeitsnachweis in Abhängigkeit des Bauteilverhaltens auswählen.</li> <li>... statische und lineare dynamische FE-Berechnungen bewerten.</li> <li>... geeignete Nachweiskonzepte für den Sicherheitsnachweis von Fahrzeugen und Fahrzeugkomponenten vorschlagen und kritisch bewerten.</li> <li>... Zuverlässigkeitsanforderungen bewerten.</li> <li>... den Einsatz der Methode der statistischen Versuchsplanung bewerten.</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... komplexe Systeme hinsichtlich Zuverlässigkeit optimieren.</li> <li>... Methoden zur Lebensdauerabschätzung in konkreten Fahrversuchen (Laborübung) anwenden und neue Erkenntnisse hinsichtlich unterschiedlicher Einflussgrößen auf die Bauteillebensdauer ableiten.</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... die gelernten Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen zur Bewertung von FE-Simulationen heranziehen und nach anderen Gesichtspunkten auslegen.</li> <li>... Lösungen und Bewertungen der Laboraufgabenstellungen in Gruppen erarbeiten.</li> <li>... Lösungen der Laboraufgaben schriftlich präsentieren.</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... geeignete Abhilfemaßnahmen bei unzureichender Sicherheit ableiten.</li> </ul>							



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ... unterschiedliche Lebensdauernachweiskonzepte kombinieren.</li> <li>• ... Zuverlässigkeitsanforderungen in die Bauteilentwicklungsphase integrieren.</li> <li>• ... die Methode der statistischen Versuchsplanung in die Erprobungsphase integrieren.</li> </ul>
4	<p><b>Inhalte</b></p> <p>a) FEM mit Labor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der linearen und nichtlinearen Finiten Elemente Methode <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wiederholen und Erweitern der Grundlagen der linearen Finiten Elemente Methode für statische Probleme</li> <li>○ Finite Elemente Methode für lineare dynamische und nichtlineare statische Probleme</li> <li>○ Lösungsverfahren für nichtlineare Gleichungssysteme</li> </ul> </li> <li>• Lineare Dynamik <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eigenfrequenzen und –moden, Normierungen der Eigenmoden</li> <li>○ Modale Superposition</li> <li>○ Frequenzgangberechnung</li> <li>○ Zeitintegrationsverfahren</li> </ul> </li> <li>• Nichtlinearitäten <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nichtlineares Werkstoffverhalten</li> <li>○ Geometrische Nichtlinearitäten</li> </ul> </li> <li>• Begleitende Beispiele <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hand- und Matlabrechnungen</li> <li>○ Kommerzielle FE-Software</li> </ul> </li> </ul> <p>b) Bauteilsicherheit und -zuverlässigkeit mit Labor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellen und Wiederholen der verfügbaren Fortschrittlichen Methoden zur betriebsfesten Auslegung von Bauteilen mit Schwerpunkt auf der Lebensdauerabschätzung von Bauteilen unter zeitlich veränderlichen Lastamplituden</li> <li>• Schadensursache und Schadensanalyse</li> <li>• Kerbspannungskonzept <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Prinzip</li> <li>○ Kerbspannungskonzept bei Schweißverbindungen</li> </ul> </li> <li>• Bruchmechanikkonzept bei zeitlich veränderlicher Beanspruchung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Linear-elastische Bruchmechanik: Spannungsintensitätsfaktor, Sicherheitsnachweis</li> <li>○ Berechnung des zyklischen Rissfortschritts: Schwellenwert, Paris-Gesetz, Forman-Gesetz</li> <li>○ Sicherheitsnachweis mit dem Zwei-Kriterien-Verfahren: Failure-Assessment-Diagramm (Versagens-Bewertungs-Diagramm, FAD)</li> <li>○ Einführung in die elastisch-plastische Bruchmechanik</li> </ul> </li> <li>• Beanspruchung bei hohen Temperaturen, Zeitstandfestigkeitsnachweis <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kriechgesetze</li> <li>○ Kriechschädigung</li> <li>○ Kriechermüdung</li> </ul> </li> </ul> <p>c) Zuverlässigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuverlässigkeit im Fahrzeugbau <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mathematische Grundlagen der Zuverlässigkeit</li> <li>○ Lebensdauerverteilungen</li> <li>○ Zuverlässigkeitstheorie, Systemzuverlässigkeit</li> <li>○ Datenauswertung</li> </ul> </li> <li>• Selected Topics, Beispiele aus aktuellen Forschungsvorhaben</li> </ul> <p>d) Design of Experiments</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die statistische Versuchsplanung, Einsatzgebiete, Abgrenzung zu alternativen Vorgehensweisen</li> <li>• Systemanalyse zur Identifikation von Einflussgrößen</li> <li>• Grundlagen der Statistik: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lage- und Streumaße</li> <li>○ Regression</li> <li>○ wichtige Verteilungsfunktionen</li> <li>○ statistische Hypothesentests</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bestimmung notwendiger Stichprobengrößen bzw. Trennschärfe</li> <li>○ ANOVA</li> <li>• Vollfaktorielle und teilfaktorielle Versuchspläne, Screeningversuchspläne</li> <li>• Blockbildung, Randomisierung</li> <li>• Versuchsauswertung, Ergebnisanalyse, Ausblick</li> </ul>
5	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>verpflichtend: empfohlen: Finite-Elemente-Methode 1 &amp; 2 (Bachelor), Festigkeitslehre 1 und 2 (Bachelor), Betriebsfestigkeit (Bachelor)</p>
6	<p><b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p>Klausur 120 Minuten (benotet)</p>
7	<p><b>Verwendung des Moduls</b></p> <p>Dynamische Systeme, Masterarbeit (bei thematischer Übereinstimmung)</p>
8	<p><b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>Prof. Apel (verantwortlich), Prof. Häfele, Prof. Leopold</p>
9	<p><b>Literatur</b></p> <p>a) FEM mit Labor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cook, Malkus, Plesha: Concepts and Applications of Finite Element Analysis; Wiley</li> <li>• Kim: Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis; Springer</li> <li>• Bathe: Finite-Elemente-Methoden; Springer</li> <li>• Wissmann, Sarnes: Finite Element in der Strukturmechanik; Springer</li> <li>• Werkle: Finite Elemente in der Baustatik; Vieweg</li> </ul> <p>b) Bauteilsicherheit und -zuverlässigkeit mit Labor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile: FKM-Richtlinie. Forschungskuratorium Maschinenbau. VDMA-Verlag Frankfurt</li> <li>• Radaj, D., Vormwald, M.: Ermüdungsfestigkeit: Grundlagen für Ingenieure. Springer-Verlag</li> <li>• Schijve, J.: Fatigue of Structures and Materials. Springer-Verlag</li> <li>• Haibach, E.: Betriebsfestigkeit. Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. Springer-Verlag</li> <li>• Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis. Forschungskuratorium Maschinenbau. VDMA-Verlag Frankfurt</li> <li>• Hertzberg, R. W., Vinci, R. P., Hertzberg, J. L.: Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials. Wiley</li> <li>• Bürgel, R.: Handbuch Hochtemperatur-Werkstofftechnik. Vieweg-Verlag</li> <li>• Rösler, J., Harders, H., Bäker, M.: Mechanisches-Verhalten der Werkstoffe. Vieweg-Teubner-Verlag.</li> <li>• Viswanathan, R.: Damage Mechanisms and Life Assessment of High Temperature Components. ASM International</li> <li>• Dowling, N.: Mechanical Behavior of Materials. Prentice Hall</li> </ul> <p>c) Zuverlässigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bertsche, B., Lechner, G.: Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau: Ermittlung von Bauteil- und System-Zuverlässigkeiten. VDI-Verlag</li> <li>• Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten. VDA 3 Teil 2</li> <li>• Abernethy, R.: The New Weibull Handbook - Reliability and Statistical Analysis for Predicting Life, Safety, Supportability, Risk, Cost and Warranty Claims. Fifth Edition, ISBN 0965306208 und, 9780965306201</li> <li>• Ohring, M., Kasprzak, L.: Reliability and Failure of Electronic Materials and Devices. 2<sup>nd</sup> edition, Academic Press, eBook ISBN: 9780080575520</li> </ul> <p>d) Desing of Experiments</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siebertz, K., van Bebber, D. Hochkirchen, T.: Statistische Versuchsplanung. Springer-Verlag</li> <li>• Toutenburg, H.: Versuchsplanung und Modellwahl. Springer-Verlag</li> <li>• Kleppmann, W.: Versuchsplanung - Produkte und Prozesse optimieren. Carl Hanser Verlag</li> </ul>

10	<b>Letzte Aktualisierung</b> 25.01.2022
----	--

## Zuverlässigkeit elektronischer Systeme (Auswahlmodul)

1	<b>Modulnummer</b> 3119	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 1	<b>Beginn im</b> <input type="checkbox"/> WS <input checked="" type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Auswahl	<b>Workload</b> 240 h	<b>ECTS</b> 8
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
					<b>(SWS)</b>	<b>(h)</b>	<b>(h)</b>	
	a) Lebensdaueranalyse elektronischer Systeme		Vorlesung / Übung		2	30	30	deutsch
	b) Software-Engineering		Vorlesung / Übung		2	30	30	
	c) Hardware-Engineering		Vorlesung / Übung		1	15	15	
	d) Zuverlässigkeit		Vorlesung / Übung		1	15	15	
	e) Design of Experiments		Vorlesung / Übung		1	15	15	
	f) Systems Engineering		Vorlesung / Übung		1	15	15	
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b></p> <p>Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden ...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... die grundlegenden Vorgehensweisen und Methoden beim Entwurf von domänenübergreifenden und domänenspezifischen Systemen und Subsystemen kennen und verstehen</li> <li>... die grundlegenden Zusammenhänge und Begriffe zu Qualität und Zuverlässigkeit von Systemen und Komponenten kennen und verstehen             <ul style="list-style-type: none"> <li>... Grundlagen, Methoden, Zusammenhänge und Begriffe des Systems Engineering kennen und verstehen</li> <li>... Grundlagen, Methoden und Zusammenhänge des Software-Engineering kennen und verstehen.</li> </ul> </li> <li>... Grundlagen, Methoden, Zusammenhänge und Begriffe des Hardware-Engineering kennen und verstehen.</li> <li>... die grundsätzliche Vorgehensweise bei Hardware-Lebensdauer tests und Ausfallmechanismen verstehen.</li> <li>... die grundlegenden Zusammenhänge und Begriffe zur statistischen Versuchsplanung verstehen</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b></p> <p><i>Nutzung und Transfer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>domänenübergreifende und domänenspezifische System-Entwicklungsprozesse anwenden können.</li> <li>... verschiedene Ansätze der Analyse elektrischer/elektronischer Systeme kennen.</li> <li>... Zuverlässigkeitsanforderungen und Testergebnisse bewerten.</li> <li>... die Zuverlässigkeit von Einzelkomponenten und von Systemen berechnen.</li> <li>... Maßnahmen zur Lebensdauererhöhung vorschlagen und bewerten.</li> <li>... den Einsatz der Methode der statistischen Versuchsplanung bewerten.</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... komplexe elektrische/elektronische Systeme hinsichtlich Qualität und Zuverlässigkeit bewerten und optimieren.</li> <li>... Entwicklungsprozesse optimieren und weiterentwickeln.</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... die gelernten Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen zur Bewertung der Qualität und Lebensdauer elektrischer/elektronischer Systeme anwenden.</li> <li>... Fallstudien und Beispiele analysieren und diskutieren.</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Tätigkeiten der Qualitäts- und Lebensdaueranalyse elektronischer Systeme kritisch bewerten.</li> <li>... geeignete Abhilfemaßnahmen bei ungeeigneter Qualität und Lebensdauer elektronischer Systeme ableiten.</li> <li>... Qualitäts- und Zuverlässigkeitsanforderungen in die Produktentwicklungsprojekte integrieren.</li> <li>... die Methode der statistischen Versuchsplanung in die Erprobungsphase integrieren.</li> </ul>							

4	<p><b>Inhalte</b></p> <p>a) Lebensdaueranalyse elektronischer Systeme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklungsablauf elektronischer Systeme</li> <li>• Bestimmung von Ausfallraten</li> <li>• Wirk- und Ausfallmechanismen</li> <li>• Wichtige Normen und beschleunigte Testverfahren</li> <li>• Umweltsimulation</li> <li>• Freigaben und Sicherstellung der Serienqualität</li> </ul> <p>b) Software-Engineering:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe und Softwarearchitekturen</li> <li>• System-Entwicklungsprozesse</li> <li>• Software-Entwicklungsprozesse</li> <li>• Entwicklungstools, Testverfahren und Validierung, Versionsmanagement, Dokumentation</li> </ul> <p>c) Hardware-Engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware Entwicklungsprozess</li> <li>• Hardwareauslegung</li> <li>• Aufbau- und Verbindungstechnik</li> </ul> <p>d) Zuverlässigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Beschreibung der Zuverlässigkeit</li> <li>• Analyse von Ausfalldaten</li> <li>• Systemzuverlässigkeit</li> <li>• Zuverlässigkeitsziele definieren und zuweisen</li> <li>• Lebensdauernachweis in der Entwicklungsphase</li> <li>• FMEA und Feldüberwachung</li> </ul> <p>e) Design of Experiments</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Vorlesung <i>Design of Experiments</i> im Modul 3118 Zuverlässigkeit mechanischer Systeme</li> </ul> <p>f) Systems Engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemtheorie</li> <li>• Vorgehensweisen und Methoden</li> <li>• Anwendungsbeispiel Plug-In-Hybrid</li> </ul>
5	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>verpflichtend: empfohlen: KFZ-Elektronik (Bachelor)</p>
6	<p><b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p>a) bis f) Midterm (bewertet mit 1/4 der Gesamtpunktezahl) a) bis f) Klausur 90 Minuten (bewertet mit 3/4 der Gesamtpunktezahl)</p> <p>Die Modulnote (8 Credits) berechnet sich anhand der Summe der erreichten Punkte.</p>
7	<p><b>Verwendung des Moduls</b></p> <p>Masterarbeit (bei thematischer Übereinstimmung)</p>
8	<p><b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>Prof. Leopold (verantwortlich), Prof. Cello, Prof. Böhm, Prof. Schuler</p>
9	<p><b>Literatur</b></p> <p>a) Lebensdaueranalyse elektronischer Systeme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blischke, W. R., Murthy, P.: Reliability – Modeling, Prediction and Optimization. Wiley-Verlag</li> <li>• Blischke, W. R., Murthy, P.: Case Studies in Reliability and Maintenance. Wiley-Verlag</li> <li>• Nelson, W. B.: Accelerated Testing – Statistical Models, Test Plans and Data Analysis. Wiley-Verlag</li> </ul>

	<p>b) Software-Engineering:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaeuffele, Zurawka: Automotive Software Engineering. Hanser-Verlag</li> <li>• Reif, K.: Automobilelektronik. Hanser-Verlag</li> </ul> <p>c) Hardware-Engineering:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Băjenescu, Titu-Marius I.: Zuverlässige Bauelemente für elektronische Systeme. Springer-Vieweg Verlag, 2020</li> <li>• Lutz, Josef: Halbleiter-Leistungsbaulemente. 2. Auflage, Springer Verlag, 2012</li> </ul> <p>d) Zuverlässigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bertsche, Bernd: Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau. 3. Auflage, Springer Verlag, 2004</li> </ul> <p>e) Design of Experiments</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Vorlesung <i>Design of Experiments</i> im Modul 3118 Zuverlässigkeit mechanischer Systeme</li> </ul> <p>f) Systems Engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schuler, Ralf: Skripte zur Vorlesung Systems Engineering</li> </ul>
10	<p><b>Letzte Aktualisierung</b> 25.01.2022</p>

Computer Aided Engineering

1	<b>Modulnummer</b> 3120	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 1	<b>Beginn im</b> <input type="checkbox"/> WS <input checked="" type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Pflicht	<b>Workload</b> 180 h	<b>ECTS</b> 6
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
					<b>(SWS)</b>	<b>(h)</b>	<b>(h)</b>	
	a) CFD-Methoden inkl. Rechnerpraktikum		Vorlesung / Übung		3	45	90	deutsch und englisch
	b) Fahrzeugsystemdynamik: Modelle und Simulatoren		Übung		2	30		
	c) CAE-Methoden und Anwendungen		Vorlesung		1	15		
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b></p> <p>Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden ...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen, wie Erhaltungsgleichungen der Fluidmechanik in CFD-Codes implementiert werden</li> <li>• Vor- und Nachteile unterschiedlicher Diskretisierungsansätze erkennen und bewerten</li> <li>• nachvollziehen, was Turbulenzmodelle sind, warum sie benötigt werden und welche Arten von Turbulenzmodellen es gibt</li> <li>• Alternativen zu den heute de facto als Standard eingesetzten RANS-Verfahren identifizieren, die zukünftig in breiterem Maße auch in der industriellen Praxis Anwendung finden werden</li> <li>• verstehen, wie ein Fahrsimulator aufgebaut ist</li> <li>• verstehen, welche Entwicklungsaufgaben mit einem Fahrsimulator bearbeitet werden können</li> <li>• Nachvollziehen, wie grundlegende CAE-Techniken auf komplexere Problemstellungen angewandt werden</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b></p> <p><i>Nutzung und Transfer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an die gegebene Problemstellung und die gewählte Modellierungstechnik angepasste Rechengitter erzeugen und bewerten</li> <li>• Simulationsparameter in einem CFD-Code geeignet wählen, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten</li> <li>• CFD-Simulationen durchführen und auswerten</li> <li>• Simulationsmodelle von Fahrzeugkomponenten und Systemen für die Nutzung in Echtzeit- und Nichtzeitzeitanwendungen selbst erstellen können</li> <li>• die Erkenntnisse aus Simulations- und Fahrsimulatorversuchen auf das reale Fahrzeugsystem übertragen</li> <li>• die Stärken und Schwächen unterschiedlicher CAE-Tools realistisch einschätzen</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CFD-Ergebnisse plausibilisieren und die Aussagekraft von CFD-Ergebnissen bewerten</li> <li>• ggf. Maßnahmen zur Verbesserung der Ergebnisqualität benennen und umsetzen</li> <li>• geeignete Schlussfolgerungen hinsichtlich der Entwicklung der betrachteten Bauteile ziehen</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse inklusive aller notwendigen Zusatzinformationen zur Modellierung nach geeigneter Aufbereitung vorstellen und mit einem Auditorium diskutieren</li> <li>• technische Berichte über durchgeführte Simulationen und deren Ergebnisse verfassen</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterschiedliche CAE-Methoden geeignet miteinander verknüpfen, um eine komplexe Gesamtaufgabe in unterschiedlichen Modellierungstiefen und Detaillierungen zu bearbeiten.</li> </ul>							

4	<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundgleichungen der Fluidmechanik, Reynoldsgemittelte Erhaltungsgleichungen, Turbulenzmodelle</li> <li>• Diskretisierungsverfahren, Diskretisierung der fluidmechanischen Erhaltungsgleichungen mit Hilfe der Methode der Finiten Volumen, Diskretisierungsansätze und Diskretisierungsfehler</li> <li>• Erstellung von Rechengittern</li> <li>• Randbedingungen</li> <li>• Grundlagen zur Funktionsweise eines Fahrsimulators</li> <li>• Erstellen und Anwenden von Modellen mit Matlab/Simulink</li> <li>• Strukturmechanische Optimierungen mit FEM</li> <li>• CFD-FEM-Kopplung,</li> <li>• Hardware in the Loop,</li> <li>• Virtuelle Fahrwerkssystementwicklung</li> </ul>
5	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> verpflichtend: empfohlen: Bachelor-Module zu Wärme- und Strömungslehre sowie Technischer Mechanik
6	<b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> Klausur 120 Minuten (benotet)
7	<b>Verwendung des Moduls</b> Masterarbeit (bei thematischer Übereinstimmung)
8	<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Saumweber (verantwortlich), Prof. Schirle
9	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Oertel, M. Böhle, T. Reviol: Strömungsmechanik, Vieweg-Teubner-Verlag, 2011</li> <li>• J.H. Ferziger, M. Peric: Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer-Verlag, 2002</li> <li>• R. Schwarze: CFD-Modellierung: Grundlagen und Anwendungen bei Strömungsprozessen, Springer-Verlag, 2013</li> <li>• S. Lecheler: Numerische Strömungsberechnung, Springer-Vieweg-Verlag, 2014</li> <li>• E. Laurien, H. Oertel: Numerische Strömungsmechanik: Grundgleichungen und Modelle – Lösungsmethoden Qualität und Genauigkeit, Springer-Verlag, 2013</li> <li>• D. Adamski: Simulation in der Fahrwerktechnik, Springer-Verlag, 2014</li> <li>• D. Ammon.: Modellbildung und Systementwicklung in der Fahrzeugdynamik. Teubner-Verlag, 1997.</li> <li>• D. Schramm: Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen. Springer-Verlag, 2013.</li> <li>• G. Rill. Simulation von Kraftfahrzeugen. Vieweg-Verlag, 1994.</li> <li>• M. Gipsler. Systemdynamik und Simulation. Teubner-Verlag, 1999.</li> </ul>
10	<b>Letzte Aktualisierung</b> 04.10.2021



## Antriebssystementwicklung (Wahlpflichtmodul 1)

1	<b>Modulnummer</b> 3121	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 1	<b>Beginn im</b> <input type="checkbox"/> WS <input checked="" type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Wahl	<b>Workload</b> 180 h	<b>ECTS</b> 6
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
					<b>(SWS)</b>	<b>(h)</b>	<b>(h)</b>	
	a) Regelung elektrischer und elektrifizierter Antriebe (VM/EM/Hybrid)		Vorlesung / Übung		3	45	90	deutsch
	b) Betriebsstrategien elektrischer und elektrifizierter Antriebe		Vorlesung / Übung		2	30		
	c) Seminar Antriebssimulation		Seminar		1	15		
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b> Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden ...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <p>a) Regelung elektrischer und elektrifizierter Antriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...Funktion und Aufbau moderner Verbrennungsmotor-Steuerungssysteme verstehen</li> <li>...Drehmomentstruktur, Luft-, Kraftstoff- und Zündungspfade kennen</li> <li>...Möglichkeiten der Verteilung von Drehmoment/Leistung im Hybrid-Triebstrang kennen und verstehen</li> <li>...Funktionsumfänge für Rekuperation in elektrifizierten Antrieben verstehen und erklären</li> <li>...Funktionsweise von leistungselektronischen Stellgliedern verstehen</li> </ul> <p>b) Betriebsstrategien elektrischer und elektrifizierter Antriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...Betriebsmodi von Hybridfahrzeugen identifizieren und erklären</li> <li>...Betriebszustände von verschiedenen Antriebssystemen kennen und darstellen</li> <li>...Betriebsstrategien von Elektro- und Hybridfahrzeugen im Detail verstehen und bewerten</li> <li>...Zusammenspiel der Komponenten im System Antrieb zur Optimierung von Verbrauch und Abgas verstehen</li> </ul> <p>c) Seminar Antriebssimulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...Aufbau von Simulationsmodellen für Antriebssysteme verstehen</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b> <i>Nutzung und Transfer</i></p> <p>a) Regelung elektrischer und elektrifizierter Antriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Regelung von E-Antrieben für E- und Hybridfahrzeuge konzipieren.</li> <li>... Konzepte von elektrischen Antrieben bewerten.</li> <li>... Kraftstoffverbräuche verschiedenen Lasten, Drehzahlen, Zündzeitpunkten gegenüberstellen</li> <li>... Resultierende Drehzahlen, Drehmomente und Leistungen für verschiedene Antriebsstrangarten berechnen</li> <li>... ausgehend von den Grundkenntnissen zu gängigen Antriebskomponenten neue Antriebsstrukturen hinsichtlich wesentlicher Eigenschaften, wie Performance, Laufruhe, Package oder Kosten bewerten</li> </ul> <p>b) Betriebsstrategien elektrischer und elektrifizierter Antriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...Betriebsstrategien für verschiedene Hybridstrukturen auslegen und optimieren</li> <li>...Konzeptbedingte Restriktionen erkennen und Betriebsqualität bewerten</li> <li>...verschiedene Betriebsstrategien gegenüberstellen und hinsichtlich Verbrauch, Emissionen, Effizienz, Reichweite bewerten</li> </ul> <p>c) Seminar Antriebssimulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...Einsatz von Simulationswerkzeugen, um Wechselwirkungen in Antriebssystemen darzustellen und zu bewerten</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <p>a) Regelung elektrischer und elektrifizierter Antriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...Softwareumfänge, Funktionen für Antriebe erstellen und deren Wirkweise diskutieren.</li> </ul>							

	<p>b) Betriebsstrategien elektrischer und elektrifizierter Antriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ...quantitative Verlustteilung für Elektro- und Hybridfahrzeuge durchführen und bewerten, neue Vorschläge machen.</li> <li>• ...verschiedene Antriebskonzepte gegenüberstellen, Vorteile und Nachteile diskutieren.</li> </ul> <p>c) Seminar Antriebssimulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... neue Antriebskonzepte virtuell erstellen, untersuchen und Ergebnisse diskutieren.</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... Ergebnisse der Antriebsauslegung diskutieren und Schlussfolgerungen daraus ziehen.</li> <li>• ... Ergebnisse präsentieren und fachlich diskutieren.</li> <li>• ... in der Gruppe kommunizieren und kooperieren, um adäquate Lösungen für die Auswertung zu finden.</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antriebssysteme auslegen und zulässige Schlussfolgerungen zu deren Funktionsweise ziehen.</li> <li>• Die gelernten Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen einsetzen</li> <li>• Die eigenen Fähigkeiten reflektieren und einschätzen.</li> </ul>
4	<p><b>Inhalte</b></p> <p>a) Regelung elektrischer und elektrifizierter Antriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Motorsteuerungen; Komponenten von Motorsteuerungen: Sensoren, Steller und Steuergerät, Aufbau und Funktion der Software, verwendete Regelstrategien. Aufbau von elektrischen Regelkreisen, Funktionen und Software. Drehmoment- und Leistungspfade in Hybridantrieben, Funktionen, Software</li> </ul> <p>b) Betriebsstrategien elektrischer und elektrifizierter Antriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsstrategien, Effizienzsteigerung, Emissionsvermeidung, Reichweitenerhöhung, Energiemanagement im Fahrzeug</li> </ul> <p>c) Seminar Antriebssimulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antriebssystemsimulation</li> </ul>
5	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>verpflichtend:</p> <p>Empfehlung: Vorkenntnisse zu Antriebssystemen aus dem Bachelorstudiengang.</p>
6	<p><b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p>a) und b) Klausur 100 Minuten (bewertet mit 5/6 der Gesamtpunktezahl)</p> <p>c) Seminar (bewertet mit 1/6 der Gesamtpunktezahl)</p> <p>Die Modulnote (6 Credits) berechnet sich anhand der Summe der erreichten Punkte.</p>
7	<p><b>Verwendung des Moduls</b></p>
8	<p><b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>Prof. Auerbach (verantwortlich), Prof. Rottenkolber, Prof. Zirn, Prof. Mallebrein</p>
9	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reif, Konrad: Grundlagen Fahrzeug- und Motorentechnik im Überblick: Konventioneller Antrieb, Hybridantriebe, Bremsen, Elektrik und Elektronik; Bosch Fachinformation Automobil</li> <li>• Robert Bosch GmbH (Hrsg.): Ottomotor-Management, Vieweg Verlag, 2006</li> <li>• Robert Bosch GmbH (Hrsg.): Dieselmotor-Management, Vieweg Verlag, 2006</li> <li>• U. Nuss: Hochdynamische Regelung von Drehstrommaschinen</li> <li>• O. Zirn.: Elektrifizierung in der Fahrzeugtechnik - Grundlagen und Anwendungen, Hanser-Verlag Leipzig 2017</li> <li>• R. Fischer: Elektrische Maschinen. Hanser Verlag, München Wien 2011</li> <li>• Peter Hofmann, Hybridfahrzeuge: Ein alternatives Antriebssystem für die Zukunft, Springer 2014</li> </ul>

10	<b>Letzte Aktualisierung</b> 25.08.2020
----	--

## Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren 1 (Wahlpflichtmodul 1)

1	<b>Modulnummer</b> 3121	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 1	<b>Beginn im</b> <input type="checkbox"/> WS <input checked="" type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Wahl	<b>Workload</b> 180 h	<b>ECTS</b> 6
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
					<b>(SWS)</b>	<b>(h)</b>	<b>(h)</b>	
	a) Lokalisierung und Mapping (S)LAM		Vorlesung / Übung		3	45	45	deutsch
	b) Fahrzeugbewegung		Vorlesung / Übung		1	15	15	
	c) Fahrzeuglichtsysteme		Vorlesung / Übung		2	30	30	
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b></p> <p>Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden ...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... die Relevanz und die Hintergründe von SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) für das automatisierte Fahren verstehen.</li> <li>... die Herleitung der formalen Problemstellung für Feature-based SLAM nachvollziehen und sind in der Lage die Anwendung der zuvor erlernten Lösungstechniken Kalman-Filter und Partikelfilter als spezielle Realisierungen eines Bayes-Filter hierauf zu verstehen.</li> <li>... spezielle Techniken zur ausschließlichen Lokalisierung bzw. zum Grid Mapping verstehen.</li> <li>... fahrmanöverspezifisch erforderliche Eingriffszeitpunkte, Aktuierungsdynamik und Reifenkraftschlüsse einordnen bei z.B. Bremsen, Ausweichen, angefordertem Fahrreingriff</li> <li>... Grundlagen der Fahrzustandsschätzung und des menschlichen Schwingungsempfindens verstehen.</li> <li>... Funktionsweise von Außenbeleuchtungseinrichtungen verstehen.</li> <li>... Erarbeiten und Verstehen der Funktionsweise anhand vieler Exponate und Musterteile.</li> <li>... Entwicklungsprozess komplexer Fahrzeugkomponenten kennenlernen.</li> <li>... Verstehen und Interpretieren von gesetzlichen Regelungen im Bereich Außenbeleuchtung.</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b></p> <p><i>Nutzung und Transfer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Erforderliche Komponenten für Systeme zur Lokalisierung und zum Mapping benennen.</li> <li>... Algorithmen für verschiedene Problemstellungen auswählen und realisieren.</li> <li>... Simulationsmodelle zur Entwicklung und Beurteilung von Assistenzsystemfunktionen einsetzen und modifizieren.</li> <li>... erforderliche Funktionserweiterungen für Fahrwerke und deren Systeme bedarfsgerecht ermitteln.</li> <li>... Methoden komplexer Entwicklungsprozesse kennenlernen und auf andere Fahrzeugsysteme übertragen.</li> <li>... Erfahrungen im Umgang mit Gesetzestexten auf andere Fahrzeugsysteme übertragen.</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... komplexe Fahrzeugsystem und ihre Entwicklungsprozesse kennenlernen</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... die gelernten Kenntnisse zur Auslegung oder Bewertung von Fragestellungen der betroffenen Bereiche in der Fahrzeugtechnik heranziehen und diese theoretisch und methodisch begründen.</li> <li>... Ergebnisse der Labor- bzw. Übungsaufgaben in der Gruppe fachlich diskutieren und Schlussfolgerungen ziehen.</li> <li>... Lösungen der Laboraufgaben schriftlich präsentieren.</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... den erarbeiteten Lösungsweg theoretisch und methodisch begründen.</li> <li>... die eigenen Fähigkeiten im Gruppenvergleich reflektieren und einschätzen.</li> </ul>							

4	<p><b>Inhalte</b></p> <p>a) Lokalisierung und Mapping:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation Lokalisierung und Mapping für automatisiertes Fahren</li> <li>• Taxonomien, Problemstellung Feature based SLAM</li> <li>• Allgemeine Schätztheorie: Bayes-Filter</li> <li>• Bewegungs- und Sensormodelle</li> <li>• SLAM und Kalman-Filter (z.B. EKF SLAM, UKF SLAM)</li> <li>• SLAM und Partikelfilter (z.B. FastSLAM)</li> <li>• Monte Carlo Lokalisierung</li> <li>• Occupancy Grid Mapping</li> </ul> <p>b) Fahrzeugbewegung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgrößen und Kräfte am Fahrzeug</li> <li>• Grenzen der Quer- und Längsdynamik, Raumbedarf, Stelldynamikanforderungen der Aktorik</li> <li>• Schwingungskomfortbewertung im Hinblick auf autonomer Fahrzeuge</li> <li>• Spurregelung</li> <li>• Anwendung von Fahr-/Bewegungssimulatoren in der FAS-Entwicklung</li> </ul> <p>c) Fahrzeuglichtsysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Lichttechnik</li> <li>• Physiologisch-optische Grundlagen und visueller Wahrnehmungsprozess</li> <li>• Gesetzliche Anforderungen</li> <li>• LED-Grundlagen</li> <li>• Fahrzeuglichtsysteme</li> </ul>
5	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>verpflichtend: - empfohlen: Mathematik (Wahrscheinlichkeitsrechnung), Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren (Bachelor), Elektronik</p>
6	<p><b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p>Klausur 120 Minuten (benotet)</p>
7	<p><b>Verwendung des Moduls</b></p>
8	<p><b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>Prof. Niewels (verantwortlich), Prof. Schirle, Prof. Brunner</p>
9	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripte zur Vorlesung</li> <li>• Thrun, S.; u.a.: "Probabilistic Robotics", MIT Press, 2005</li> <li>• Siciliano, B.; Khatib, O. (Eds.): "Handbook of Robotics", Springer Verlag, 2016</li> <li>• Kortüm,W.; Lugner, P.: Systemdynamik und Regelung von Fahrzeugen, Springer, ISBN 978-3-642-47623-5.</li> <li>• Ammon, D.: Modellbildung und Systementwicklung i.d. Fahrzeugdynamik, Springer, ISBN 978-3-663-12246-3</li> <li>• Mitschke, M.; Wallentowitz, H.: Dynamik der Kraftfahrzeuge, Springer, ISBN 978-3-658-05068-9</li> <li>• Isermann, R.: Fahrdynamik-Regelung, Vieweg, ISBN 978-3-8348-0109-8</li> </ul>
10	<p><b>Letzte Aktualisierung</b></p> <p>17.06.2021</p>

## Erweiterte Gesamtfahrzeugkonzeption (Wahlpflichtmodul 1)

1	<b>Modulnummer</b> 3121	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 1	<b>Beginn im</b> <input type="checkbox"/> WS <input checked="" type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Wahl	<b>Workload</b> 180 h	<b>ECTS</b> 6
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
					<b>(SWS)</b>	<b>(h)</b>	<b>(h)</b>	
	a) Methodische FZ-Konzeption		Vorlesung		1	15	90	deutsch
	b) Erweiterter Fahrzeugentwurf		Vorlesung / Übung		3	45		
	c) Mobilität		Vorlesung		2	30		
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b></p> <p>Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden ...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... die einzelnen Phasen des allgemeinen Produktentwicklungsprozesses verstehen und Entwicklungsaktivitäten beliebiger Unternehmen entsprechend einordnen. ... verschiedene Methoden der allgemeinen Produktentwicklung wiedergeben und in Abhängigkeit von konkreten Konzeptions- und Entwicklungsfragestellungen angemessene und wirksame Methoden identifizieren und anwenden (Methodenbaukasten).</li> <li>... die Vorgehensweisen, Methoden, Zusammenhänge (Schnittstellen) zw. den Fahrzeuggewerken zur Erstellung und Absicherung eines digitalen Fahrzeugentwurfs unter Berücksichtigung der Konzeptphase im Produktentstehungsprozess beschreiben, auswählen und einordnen. ... die unterschiedlichen Rollen (Strategie, Design, Konzeption, Entwicklung, Vertrieb, Service) im Rahmen einer Fahrzeugkonzeption beschrieben und gegenüberstellen.</li> <li>... die wesentlichen Bestandteile von Mobilität und Mobilitätsdienstleistungen vor dem Hintergrund eines sich unterscheidenden Kontextes verstehen, mit dem Ziel die Anforderungen an fahrzeugnahe Technologieentwicklungen zu identifizieren und besser zu verstehen.</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b></p> <p><i>Nutzung und Transfer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung einer ingenieurwissenschaftlichen Problemlösungskompetenz zur Anwendung in der Fahrzeugkonzeption und – entwicklung.</li> <li>Digitale Darstellungs- und Absicherungsmethoden (CAD-Methoden, Packaging, Ergonomie / RAMSIS, Gesetzliche Anforderungen / CAVA, Virtuelle Realität, allg. Simulationen) im Rahmen einer definierten Aufgabenstellung oder in abgeschlossenen Übungen nutzen und bewerten.</li> <li>Ableitung und Identifikation von Anforderungen zur Fahrzeugkonzeption.</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vermittlung von Informationen bzgl. der methodischen Produktentwicklung zur allgemeinen und breiten Problemlösung.</li> <li>Erhalt von folgenden Kompetenzen: Grundlegende Abstimmungs- und Absicherungsaufgabenstellungen (Integration, Schnittstellen, konkurrierende Anforderungen) identifizieren, Bereiche untersuchen und priorisieren. Maßnahmen zur Aufgabenerfüllung bzw. Optimierung vorschlagen und entwickeln.</li> <li>Entwicklung eines grundlegenden Verständnisses bzgl. Mobilität und Mobilitätsbedarf.</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Präsentation von Ergebnissen / Teilergebnissen.</li> <li>Simulation von DMU-Meetings.</li> <li>Gemeinsame Erarbeitung von Lösungen im Rahmen von Gruppenarbeiten.</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erkenntnisse der Fächer auslegen und zulässige Schlussfolgerungen ziehen.</li> <li>Die gelernten Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen zur Bewertung der Fachgebiete heranziehen und unter Variation der Einflussgrößen auslegen.</li> <li>Die eigenen Fähigkeiten reflektieren und einschätzen.</li> </ul>							

4	<b>Inhalte</b> a) Elemente der Innovation, Innovation durch Kreativität, Strukturierter Innovationsprozess, Ideen finden (kreative Phase), Ideen und Lösungen bewerten, Methodisches Entwerfen b) Konzeptheft Gesamtfahrzeugentwurf (Rahmenbedingungen), Fahrzeugbezogener Meilensteinplan, Schnittstellen Karosserie-Antrieb-Fahrwerk-E/E-Design, Gesamtfahrzeugspezifische digitale geometrische Absicherungen (Masskonzeption, technisch funktionales Packaging, Zertifizierung, Ergonomie für Population), Projektmanagement (Ziele, Termine, Konflikte), Abstimmungs- und Entscheidungsfindungsprozesse, Rollenverständnis. c) Der Mobilitätsbedarf des Individuums im Kontext, Sharing & Mobility als Dienstleistung, Mobilität durch Flottenbetrieb, Öffentlicher Personen(nah)verkehr, Geschäftsmodelle, Urbane Logistik (z. B. KEP-Dienstleistungen)
5	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> verpflichtend: empfohlen: CATIA V5 (GSD, PartDesign, AssemblyDesign, Kinematik)
6	<b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> a), b) und c) Klausur 90 Minuten (bewertet mit 3/4 der Gesamtpunktezahl) b) Studienarbeit, (bewertet mit 1/4 der Gesamtpunktezahl)  Die Modulnote (6 Credits) berechnet sich anhand der Summe der erreichten Punkte.
7	<b>Verwendung des Moduls</b>
8	<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Müller (verantwortlich), Prof. Gronau
9	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begleitende Vorlesungsunterlagen.</li> <li>• Bubb, Heiner et al.: Aufbau. In Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, 9. Auflage. Pischinger, Stefan; Seiffert, Stefan (Hrsg.), Springer Verlag (2020).</li> <li>• Ehrlenspiel, Klaus et al.: Integrierte Produktentwicklung. Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 6. Auflage, Hanser Verlag (2017).</li> <li>• Feldhusen, Jörg et al.: Pahl/Beitz Konstruktionslehre, 8. Auflage, Springer Verlag (2013).</li> <li>• Flügge Barbers (Hrsg.): Smart Mobility. Trends, Konzepte, Best Practices für intelligente Mobilität, Springer Verlag (2020).</li> <li>• Lindemann, Udo (Hrsg.): Handbuch Produktentwicklung, Hanser Verlag (2016).</li> <li>• Macey, Stuart et al.: H Point. The Fundamentals of Car Design &amp; Packaging, Design studio Press (2014).</li> <li>• Seeger, Hartmut: Basiswissen Transportation-Design. Anforderungen, Lösungen, Bewertungen. Springer Verlag (2014).</li> </ul>
10	<b>Letzte Aktualisierung</b> 27.11.2020

## Forschungsprojekt

1	<b>Modulnummer</b> 3103	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 1 und 2	<b>Beginn im</b> <input type="checkbox"/> WS <input checked="" type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>Modultyp</b> Pflicht	<b>Workload</b> 2x240 h	<b>ECTS</b> 2x8
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
	a) Forschungsprojekt A b) Forschungsprojekt B		Projektarbeit Projektarbeit		<b>(SWS)</b> 1 1	<b>(h)</b> 15 15	<b>(h)</b> 225 225	deutsch
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b> Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden ...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Methoden zur Projektsteuerung beschreiben und anwenden.</li> <li>... vertiefte Erfahrungen zur Arbeit im Team und bei der Steuerung der Teamarbeit vorweisen.</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... eine Literaturrecherche durchführen.</li> <li>... Berichte und Präsentationen erstellen.</li> <li>... fachlicher Probleme analysieren und dafür Lösungen erarbeiten.</li> <li>... unterschiedliche Perspektiven und Sichtweisen gegenüber einem Sachverhalt abwägen und bewerten.</li> <li>... sich in neue Ideen und Themengebiete einarbeiten, ausgehend von den im Studium erlernten Grundkenntnissen.</li> <li>... die eingesetzten Methoden und Verfahren kontextabhängig analysieren und bewerten, z. B.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Simulationsmethoden und –ergebnisse,</li> <li>○ Messverfahren und –ergebnisse,</li> <li>○ CAD-Methoden und –ergebnisse.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Aufgaben und Arbeitsabläufe im Team organisieren.</li> <li>... Ergebnisse und Produkte präsentieren.</li> <li>... Ergebnisdokumentationen erstellen.</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... komplexere Projekte planen und steuern.</li> <li>... vertiefte Kenntnisse in ausgewählten technischen Bereichen (Projektthema) vorweisen.</li> <li>... komplexe technische Zusammenhänge formulieren und dokumentieren.</li> <li>... Technische Berichte verfassen.</li> </ul>							
4	<p><b>Inhalte</b> Projektarbeit in einem Team von Studierenden mit dem Ziel, moderne Elemente der Projektsteuerung kennen zu lernen und vertiefte Kenntnisse in einem oder mehreren technischen Fachgebieten zu erwerben.</p> <p>Das Thema der Projektarbeit sollte in einem gewissen Umfang wissenschaftliches Denken und Arbeiten erfordern. Die Arbeiten sind vorzugsweise an der Hochschule durchzuführen.</p> <p>In den Lehrveranstaltungen Forschungsprojekt A und Forschungsprojekt B ist ein durchgehendes Projekt, innerhalb von zwei aufeinanderfolgenden Semestern zu bearbeiten, das nach dem 2. Semester mit der Summe der Credits beider Lehrveranstaltungen bewertet wird.</p> <p>Inhalte sind unter anderem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Literaturrecherche, Stand der Technik</li> <li>Struktur, Sprache und Form der Dokumentation</li> </ul>							



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation der Ergebnisse</li> </ul> <p>Bewertungskriterien sind unter anderem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• o.g. Inhalte</li> <li>• Selbständigkeit und Kreativität der Studierenden bei der Lösungsfindung</li> </ul>
5	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>verpflichtend: empfohlen:</p>
6	<p><b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p>a) und b) Bericht (benotet): Schriftliche Ausarbeitung und Vortrag  a) und b) Wissenschaftliches Posters (unbenotet)  a) und b) Kurzfilm 3-5 Minuten (unbenotet)</p>
7	<p><b>Verwendung des Moduls</b></p>
8	<p><b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>Prof. Schuler (verantwortlich), alle Dozenten der Fakultät</p>
9	<p><b>Literatur</b></p> <p>projektabhängig, siehe Projektausschreibungen</p>
10	<p><b>Letzte Aktualisierung</b></p> <p>28.01.2022</p>

## Energie für Mobilität

1	<b>Modulnummer</b> 3122	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 2	<b>Beginn im</b> <input checked="" type="checkbox"/> WS <input type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Pflicht	<b>Workload</b> 180 h	<b>ECTS</b> 6
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
					<b>(SWS)</b>	<b>(h)</b>	<b>(h)</b>	
	a) Energiewandler und -speicher		Vorlesung		3	45	90	deutsch
	b) Labor Energiewandler und -speicher		Labor		1	15		
	c) Nachhaltige Mobilitäts- und Energiekonzepte		Vorlesung		1	15		
	d) Seminar Nachhaltige Mobilitäts- und Energiekonzepte		Seminar		1	15		
3	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b> Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden: <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elementare (elektro-)chemische und thermodynamische Grundprinzipien inhaltlich begreifen</li> <li>• den Aufbau und Funktionsweise von Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen und Elektrolyseuren verstehen einschließlich Alterungs- und Sicherheitsverhalten.</li> <li>• den Aufbau und die Funktionsweise weiterer Formen von Energiespeicher- und Wandler-Systemen verstehen</li> <li>• die Anforderungen für den Einsatz im Fahrzeug verstehen und spezifizieren lernen</li> <li>• Zielsetzungen und Anforderungen an nachhaltige Energie- und Mobilitätssysteme verstehen, bewerten und vertiefen (Seminar) können</li> <li>• neue Mobilitätskonzepte verstehen und vertiefen lernen.</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b></p> <p><i>Nutzung und Transfer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantitative Berechnungen für Energiespeicher- und Wandler-Systeme durchführen</li> <li>• Fahrzeuganwendungen elektrochemischer Systeme auslegen, spezifizieren und bewerten können</li> <li>• Technische Anwendbarkeit von Energiespeicher- und Wandler-Systemen beurteilen, abschätzen und bewerten können</li> <li>• Verfahren zur Bewertung ökologischen und ökonomischen Nutzens von Energie- und Mobilitätssystemen durchführen</li> <li>• Realistische Anwendungskonzepte entwerfen</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potentialanalysen neuer Mobilitätskonzepte durchführen</li> <li>• Abschätzungen erarbeiten, ob Zusagen technischer Eigenschaften und Spezifikationen prinzipiell möglich sind</li> <li>• Neue Entwicklungen in diesem Feld auf ihre Eignung für den technischen Einsatz beurteilen</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messergebnisse aus dem Labor verständlich und nachvollziehbar dokumentieren</li> <li>• Ergebnisse aus Laborexperimenten vorstellen und mit anderen Personen diskutieren</li> <li>• Kompetenzen und Kenntnisse innerhalb von Teams erarbeiten und erweitern, zum Beispiel mit Seminararbeiten</li> <li>• Inhalt technischer Innovationen in diesem Bereich selbst erarbeiten, verstehen, zusammenfassen und anderen mit dem Ziel der Wissensvermittlung und –weitergabe präsentieren</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung eigener Recherchen zur Vertiefung neuer Themenfelder beherrschen</li> <li>• Eigenständige Ansätze für neue Konzepte entwickeln und auf ihre Eignung für Anwendungen beurteilen</li> </ul>							

4	<p><b>Inhalte</b></p> <p>a) Energiewandler und -speicher:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare chemische Grundlagen, physikalische Ergänzungen, elektrochemische Reaktionen, eingesetzte Materialien</li> <li>• Elektrochemische Systeme: Galvanische Elemente, Akkumulatoren und Batterien, Brennstoffzellen</li> <li>• Weitere Speicher- und Wandler-systeme: fotoelektrisch, thermodynamisch und -elektrisch, chemisch</li> <li>• Technik: Lade-Entlade-Kennlinien, Ladungszustand, Wirkungsgrad, Batteriemangement, Alterung, Modellierung und Simulation stationäre und mobile Anwendungen.</li> <li>• Charakterisierung von Akkumulatoren und Brennstoffzellensystemen.</li> <li>• Aktuelle Entwicklungen in den Bereichen Materialien, Komponenten und Gesamtsysteme.</li> </ul> <p>b) Labor Energiewandler und -speicher:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermittlung der Grundlagen im Experiment: Galvanisches Element, Elektrolyse, Brennstoffzelle, Aufbau einer Batterie.</li> </ul> <p>c) und d) Nachhaltige Mobilitäts- und Energiekonzepte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren zur Untersuchung und Bewertung ökologisch und ökonomisch nachhaltiger Entwicklungen: Lifecycle Analysen (LCA), well-to-wheel (WTW) Energie- und greenhouse gas (GHG-) Bilanzen, Materialflüsse und Ressourcenbilanzen, Nutzwert- und Machbarkeitsanalyse (Cost-of-Ownership). Sicherheits (Hazard) Analysen.</li> <li>• Neue Mobilitätskonzepte: Kombinierte Nutzungssysteme von Verkehrsträgern, Car-Sharing, Mobilitätsleasing (statt Fahrzeugleasing), Mitfahrplattformen, Smart-Grid Haus/Fahrzeug Energiesysteme, usw.</li> </ul>
5	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>verpflichtend:</p> <p>empfohlen:</p>
6	<p><b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p>Klausur 120 Minuten (benotet)</p>
7	<p><b>Verwendung des Moduls</b></p> <p>Masterarbeit (bei thematischer Übereinstimmung)</p>
8	<p><b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>Prof. Auerbach (verantwortlich), Prof. Käß, Prof. Czarnetzki</p>
9	<p><b>Literatur</b></p> <p>L. Trueb, P. Rüetschi: Batterien und Akkumulatoren (Springer)</p> <p>E. Riedel, C. Janiak: Anorganische Chemie (DeGruyter)</p> <p>C. Hamann, W. Vielstich: Elektrochemie (Wiley-VCH)</p> <p>P. Atkins, De Paula: Physikalische Chemie (Wiley-VCH)</p> <p>P. Kurzweil, O.K.Dietlmeier: Elektrochemische Speicher (Springer)</p> <p>V. Quaschnig: Regenerative Energiesysteme</p> <p>M. Sterner , I. Stadler: Energiespeicher (Springer)</p>
10	<p><b>Letzte Aktualisierung</b></p> <p>04.10.2021</p>

## Dynamische Systeme (Auswahlmodul)

1	<b>Modulnummer</b> 3123	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 2	<b>Beginn im</b> <input checked="" type="checkbox"/> WS <input type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Auswahl	<b>Workload</b> 240 h	<b>ECTS</b> 8
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
	a) NVH mit Labor b) Mehrkörperdynamik mit Labor		Vorlesung/Übung/Labor Vorlesung / Übung		<b>(SWS)</b> 4 4	<b>(h)</b> 60 60	<b>(h)</b> 60 60	deutsch
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b> Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden ...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Elementare Grundlagen der NVH-Analyse, Test- und Simulationsverfahren kennen und verstehen.</li> <li>... Elementare theoretische Grundlagen der Mehrkörperdynamik; wichtige Kraftelemente, Gelenke und Lager und Kontaktelemente sowie deren Bedatung; Modellbildung und Parametrierung am Beispiel von Fahrwerkmodellen kennen und verstehen.</li> <li>... Grundlagen und Methoden des Software-Engineering für Fahrzeug-Regelssysteme, Leistungsumfang und Anwendungsbereich einschlägiger Software kennen und verstehen.</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b> <i>Nutzung und Transfer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Systemmatrizen für schwingungstechnische Modelle mit mehreren Freiheitsgraden erstellen.</li> <li>... deren reelle Eigenfrequenzen und Eigenformen (Moden) berechnen</li> <li>... Das Verfahren der Modalen Superposition am Beispiel von Frequenzgängen anwenden</li> <li>... Anregungs- und Übertragungsmechanismen von Schwingungen erkennen und Maßnahmen zur Reduktion bewerten</li> <li>... Anwendung von Schallfeldgrößen und Schallenergiegrößen richtig einordnen.</li> <li>... mit Schalldruckpegeln rechnen</li> <li>... NVH Messaufgaben unter Anwendung rechnergestützter Messausrüstung (LMS Test.Lab, LMS Scadas) planen, durchführen und auswerten</li> <li>... ‚Denken in Mehrkörpersystemen‘.</li> <li>... Anwendungsfälle für MKS / MKS+flexible Körper / FEM abgrenzen</li> <li>... MKS-Modelle erstellen und deren Simulationsergebnisse bewerten</li> <li>... Software-Projekte planen und durchführen</li> <li>... Tools des Software-Engineering anwenden</li> <li>... Simulationsergebnisse angesichts von Modell- und Parameterunsicherheiten bewerten</li> <li>... sich ausgehend von ihren Grundkenntnissen in neue Ideen und Themengebiete einarbeiten.</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Potentiale zur NVH-Optimierung erkennen,</li> <li>... selbständig Komponentenmodelle für Fahrwerke und Fahrzeugkomponenten erstellen und erweitern</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Lösungen präsentieren und fachlich diskutieren.</li> <li>... den erarbeiteten Lösungsweg theoretisch und methodisch begründen.</li> <li>... in der Gruppe kommunizieren und kooperieren, um adäquate Lösungen für die gestellte Aufgabe zu finden.</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Erkenntnisse des Fachs auslegen und zulässige Schlussfolgerungen ziehen.</li> <li>... die gelernten Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen zur Bewertung des Fachgebiets heranziehen und nach anderen Gesichtspunkten auslegen.</li> </ul>							

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ... die eigenen Fähigkeiten (im Gruppenvergleich) reflektieren und einschätzen.</li> </ul>
4	<p><b>Inhalte</b>                  Fachübergreifend                  Schwingungen im Fahrzeug, Anregungsmechanismen, Modalanalyse, Berechnungs- und Testverfahren, Schwingungsbewertung, Simulationsmodelle NVH-relevanter Komponenten, Software für NVH-Berechnung/Optimierung</p> <p>a) Noise, Vibrations, Harshness (NVH)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systeme mit zwei und mehr Freiheitsgraden</li> <li>• Modale Transformation und Superposition</li> <li>• Digitale Signalverarbeitung (DSP)</li> <li>• Fourier Transformation</li> <li>• Frequenzgang-Analyse</li> <li>• Statistische Signalverarbeitung</li> <li>• Betriebsschwingform- und Modalanalyse</li> <li>• Akustik</li> <li>• NVH Messverfahren und Laborversuche</li> </ul> <p>b) Mehrkörperdynamik (MKS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen (Matrix-/Vektoralgebra, Transformationen, Quaternionen, Kinematik)</li> <li>• Newton-Eulersche Bewegungsgleichungen</li> <li>• Kräfte und Momente</li> <li>• kinematische Bindungen, Kontakte, Kraftelemente der Fahrwerktechnik (Reifen, Dämpfer, Motorlager)</li> <li>• Erstellen und Anwenden von räumlichen Fahrzeugsimulationsmodellen aus MKS-Grundelementen und fahrwerkspezifischen Komponentenmodellen.</li> </ul>
5	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b>                  verpflichtend:                  empfohlen: Mathematik, Technische Mechanik, Schwingungslehre im Umfang Bachelorstudium, eine höhere Programmiersprache (vorzugsweise C/C++). FEM mit Labor aus dem Modul 3118 Zuverlässigkeit mechanischer Systeme</p>
6	<p><b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>                  Klausur 120 Minuten (benotet)</p>
7	<p><b>Verwendung des Moduls</b>                  Masterarbeit (bei thematischer Übereinstimmung)</p>
8	<p><b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b>                  Prof. Berkemer (verantwortlich), Prof. Schirle</p>
9	<p><b>Literatur</b>  <b>Skripte zur Vorlesung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ewins, D.J.: Modal Testing: Theory and Practice. ISBN 0-86380-017-3</li> <li>• Pflüger et al.: Fahrzeugakustik. ISBN 978-3-211-76740-5</li> <li>• N.N. LMS Theory Manual</li> <li>• N.N.: Structural Testing. Brüel &amp; Kjaer</li> <li>• Nikravesch: Computer-Aided Analysis of Mechanical Systems. ISBN 978-0-1316-4220-1</li> <li>• Liu, Huston: Principles of Vibration Analysis with Applications in Automotive Engineering. ISBN 978- 0-7680-3339-7</li> <li>• G. Rill Simulation von Kraftfahrzeugen, Vieweg Verlag.</li> <li>• M. Gipser Systemdynamik und Simulation, Teubner Verlag.</li> <li>• G. Ril, T. Schaeffer: Grundlagen und Methodik der Mehrkörpersimulation Springer Verlag</li> <li>• A. Shabana Einführung in die Mehrkörpersimulation Wiley-VCH Verlag</li> </ul>

10	<b>Letzte Aktualisierung</b> 04.10.2021
----	--

## Design for Manufacturing (Auswahlmodul)

1	<b>Modulnummer</b> 3124	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 2	<b>Beginn im</b> <input checked="" type="checkbox"/> WS <input type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Auswahl	<b>Workload</b> 240 h	<b>ECTS</b> 8
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
					<b>(SWS)</b>	<b>(h)</b>	<b>(h)</b>	
	a) Modularisierung		Vorlesung / Übung		3	45	45	deutsch
	b) EDM, PDM, Package		Vorlesung / Übung		3	45	45	
	c) Methoden und Prozesse		Vorlesung / Übung		2	30	30	
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b></p> <p>Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, verfügen die Studenten über die im Folgenden aufgeführten Kompetenzen:</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis von systematischer und methodischer Entwicklung von:</li> <li>• Fahrzeugkomponenten und -bauteilen,</li> <li>• Fahrzeugmodulen und -integrationsmodulen,</li> <li>• Fahrzeugsystemen.</li> <li>• Verständnis über die gesamtheitliche, d. h. vor allem die nutzerorientierte, fertigungs-, montage- und kostengerechte, Gesamtfahrzeugentwicklung.</li> <li>• Verständnis von vorliegenden Prozessen und Abläufen, deren Beurteilung und deren effektive Beeinflussung.</li> <li>• Verständnis der Fahrzeugentwicklung in einer globalisierten und hochgradig arbeitsteiligen Welt.</li> <li>• Vermögen über die nutzbringende Bedienung und Beeinflussung vorhandener Entwicklungsprozesse unter den Gesichtspunkten von Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Wirtschaftlichkeit.</li> <li>• Die Studierenden finden sich im Entwicklungsumfeld von großen Entwicklungsdienstleistern, Systemlieferanten und OEMs zurecht. Sie verstehen die Wirkmechanismen in der Zuliefererkette der Automobilindustrie.</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b></p> <p><i>Nutzung und Transfer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungsspezifische Entwicklung von Komponenten, Teilen, (Integrations-) Modulen und Systemen.</li> <li>• Anwendung und Bedienung von Fahrzeug-(teil)entwicklungsprozessen.</li> <li>• Umsetzung von nutzungs-, fertigungs-, montage-, und kostenrelevanten Kenntnissen.</li> <li>• CAD unter Verwendung von PDM/EDM Systemen.</li> <li>• Anwenden von Methoden zur Lieferanteneinbindung und -steuerung.</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung von Methoden und Werkzeugen zur nutzergerechten Anforderungsbestimmung.</li> <li>• Anwendung von Methoden und Werkzeugen für die Entwicklung von Teilen, Komponenten, Systemen und Modulen.</li> <li>• Anwendung von Methoden und Werkzeugen zur Baukastenerstellung.</li> <li>• Anwendung von Methoden und Werkzeugen zur Konzeptbewertung.</li> <li>• Anwendung von Methoden und Werkzeugen zur Bauraumoptimierung (Packaging).</li> <li>• Anwendung von Methoden und Werkzeugen zur Projektorganisation, -verfolgung und -steuerung.</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung der Kenntnisse im Bereich der Konstruktionstechnik und im Bereich der (integrierten) Fahrzeugentwicklung.</li> <li>• Erweiterung der CAD-Kompetenzen durch zusätzliche Berücksichtigung von PDM/EDM Systemen.</li> </ul>							
4	<p><b>Inhalte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht und Verständnis Gesamtfahrzeugkonzeption und -entwicklung.</li> <li>• Generierung von Modularisierungskonzepten.</li> <li>• Formulierung und Interpretation von Anforderungen Lasten- und Pflichtenheften.</li> </ul>							

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von (Integrations-)modulen.</li> <li>• Bewertung von Modularisierungskonzepten und – (Integrations-)modulen.</li> <li>• Zusammenwirken von Entwicklungsstandorten mit Werksstandorten weltweit.</li> <li>• Bedeutung von Entwicklungsverbindungsstellen/ -schnittstellen.</li> <li>• Der Fahrzeugentwicklungsprozess als Summe von Teilprozessen.</li> <li>• Aufbau von Bewertungs- und Beurteilungskompetenz.</li> <li>• Verständnis des Workflows in einem CAD PDM/-EDM-System.</li> <li>• Bedeutung von Einkauf und Beschaffung im Entwicklungsprozess.</li> <li>• Kollaboration mit Firmen in der Zuliefererkette.</li> <li>• Akquisition von Systemlieferanten und Dienstleistungsunternehmen.</li> <li>• Angebotskalkulation und Angebotserstellung.</li> <li>• Führen von Verhandlungsgesprächen mit Lieferanten und OEMs.</li> </ul>
5	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> verpflichtend: empfohlen: Konstruktion, CAD, Selbststudium von Fachliteratur der Produktentwicklung, der Karosserieentwicklung und der Fertigungstechnik in der Automobilentwicklung
6	<b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> Klausur 120 Minuten (benotet)
7	<b>Verwendung des Moduls</b> Masterarbeit (bei thematischer Übereinstimmung)
8	<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Müller
9	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bubb, H.; Bengler, K; Grünen R.; Vollrath M.: Automobilergonomie. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015. ISBN-13: 9783834818904, ISBN-10: 3834818909</li> <li>• Gusig, L.-O.; Kruse, A.: Fahrzeugentwicklung im Automobilbau, Aktuelle Werkzeuge für den Praxiseinsatz: München: Carl Hanser Verlag, 2010. ISBN-13: 9783446419681, ISBN-10: 3446419683</li> <li>• Lindemann, U. (Hrsg.): Handbuch Produktentwicklung. München: Carl Hanser Verlag, 2016. ISBN 9783446445185.</li> <li>• Macey, S.; Wardle, G.: H-Point: The fundamentals of car design &amp; packaging. 2nd Edition, Culver City: Design Studio Press, 2014. ISBN-13: 9781624650192, ISBN-10: 1624650198</li> <li>• Pahl, G; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grothe K.-H.: Pahl/Beitz Konstruktionslehre, Grundlagen. 7. Auflage: Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2006. ISBN-13: 9783540340614, ISBN-10: 3540340610</li> <li>• Rieg, F.; Steinhilper, R. (Hrsg.): Handbuch Konstruktion. München: Carl Hanser Verlag; 2018. ISBN 9783446452244</li> <li>• Seeger, H.: Basiswissen Transportation-Design, Anforderungen – Lösungen – Bewertungen. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014. ISBN 9783658044480</li> </ul>
10	<b>Letzte Aktualisierung</b> 04.10.2021



## Antriebskonzeption (Wahlpflichtmodul 2)

1	<b>Modulnummer</b> 3125	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 2	<b>Beginn im</b> <input checked="" type="checkbox"/> WS <input type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Wahl	<b>Workload</b> 180 h	<b>ECTS</b> 6
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
					<b>(SWS)</b>	<b>(h)</b>	<b>(h)</b>	
	a) Triebstrangentwurf: Verbrennungsmotor, Elektromotor, Getriebe		Vorlesung / Übung		3	45	90	deutsch
	b) Zukünftige Ottomotoren in elektrifizierten Antrieben		Vorlesung / Labor		2	30		
	c) Seminar Antriebskonzeption		Seminar		1	15		
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b> Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <p>a) Triebstrangentwurf: Verbrennungsmotor, Elektromotor, Getriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...die Vorgehensweise bei der Konzeption eines Motors komplett nachvollziehen können.</li> <li>...Konstruktionsprinzipien einzelner Bauteile im Detail verstehen und deren Einfluss auf das Gesamtsystem darstellen.</li> <li>...Getriebe für E- und Hybridfahrzeuge kennen und verstehen</li> <li>...Aufbau und Funktion von elektrischen Antrieben in Hybrid- und E-Fahrzeugen verstehen.</li> </ul> <p>b) Zukünftige Ottomotoren in elektrifizierten Antrieben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Gemischbildung und Verbrennung bei Ottomotoren fundiert im Detail verstehen.</li> <li>...Zukunftstechnologien für den Verbrennungsmotor im elektrifizierten Antriebsstrang kennenlernen und verstehen.</li> </ul> <p>c) Seminar Antriebskonzeption</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...Funktionsweisen von Antrieben verstehen und erklären</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b> <i>Nutzung und Transfer</i></p> <p>a) Triebstrangentwurf: Verbrennungsmotor, Elektromotor, Getriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...wichtige Motorbauteile auslegen und konstruieren.</li> <li>...Getriebekonzepte auslegen und Leistungs-, Drehmoment- und Drehzahlgrenzen sowie Wirkungsgrade bestimmen.</li> <li>... Zusammenhänge/Wechselwirkungen zwischen den Komponenten/Teilsystemen analysieren und bewerten.</li> </ul> <p>b) Zukünftige Ottomotoren in elektrifizierten Antrieben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...Brennverläufe berechnen und Druckverlaufsanalysen durchführen.</li> <li>...Klopfalgorithmen bewerten.</li> </ul> <p>c) Seminar Antriebskonzeption</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...Funktionsanalysen für Antriebssysteme durchführen.</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <p>a) Triebstrangentwurf: Verbrennungsmotor, Elektromotor, Getriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...neue Antriebssysteme und Antriebskomponenten konzipieren und deren Funktionsweise diskutieren</li> <li>... Anwenden des Wissens zu Verbrennungsmotoren, Getrieben und elektrischen Antrieben, um Erkenntnisse für zukünftige Antriebe zu gewinnen.</li> </ul> <p>b) Zukünftige Ottomotoren in elektrifizierten Antrieben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...Analyse von Messergebnissen aus den Laborversuchen am Motorprüfstand: optimale Parameterkombinationen finden</li> <li>...quantitative Verlustteilung für einen Verbrennungsmotor durchführen und bewerten, neue Vorschläge machen.</li> <li>...verschiedene Brennverfahren für den Ottomotor im elektrifizierten Antriebsstrang gegenüberstellen, Vorteile und Nachteile diskutieren.</li> <li>...verschiedene Messverfahren (Schwerpunkt Emissionen) gegenüberstellen.</li> </ul>							

	<p>c) Seminar Antriebskonzeption</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ...innovative Antriebskonzepte auslegen</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... Ergebnisse der Antriebs-Auslegung bewerten und zulässige Schlussfolgerungen ziehen.</li> <li>• ... Inhalte präsentieren und fachlich diskutieren.</li> <li>• ... in der Gruppe kommunizieren und kooperieren, um adäquate Lösungen für die gestellte Aufgabe zu finden.</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... den erarbeiteten Lösungsweg theoretisch und methodisch begründen.</li> <li>• ... die eigenen Fähigkeiten im Gruppenvergleich reflektieren und einschätzen.</li> <li>• ... einen ingenieurwissenschaftlichen Versuchsbericht erstellen.</li> </ul>
4	<p><b>Inhalte</b></p> <p>a) Triebstrangentwurf: Verbrennungsmotor, Elektromotor, Getriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeption der Motoren, Funktionsgruppen, Konstruktion und Ausführung ausgewählter Bauteile, Aufbau von Fahrzeuggetrieben, Aufbau von E-Antrieben in E- und Hybridfahrzeugen, Wechselrichter, Asynchron- und Synchronmaschinen, Drehmoment- und Drehzahlregelung</li> </ul> <p>b) Zukünftige Ottomotoren in elektrifizierten Antrieben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennverfahren für den elektrifizierten Antrieb, Emissionsentstehung, Druckverlaufsanalyse, Verbrennungsregelung, Klopfalgorithmen, Hochlastbrennverfahren, Zukunftstechnologien</li> </ul> <p>c) Seminar Antriebskonzeption</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antriebssystemauslegung, Zusammenspiel von Komponenten, Systemoptimierung, Betriebsstrategien,</li> </ul>
5	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>verpflichtend: Wahlpflichtmodul1: „Antriebssysteme“ empfohlen:</p>
6	<p><b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p>a) und b) Klausur 100 Minuten (bewertet mit 5/6 der Gesamtpunktezahl) c) Seminar (bewertet mit 1/6 der Gesamtpunktezahl)</p> <p>Die Modulnote (6 Credits) berechnet sich anhand der Summe der erreichten Punkte.</p>
7	<p><b>Verwendung des Moduls</b></p> <p>Masterarbeit (bei thematischer Übereinstimmung)</p>
8	<p><b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>Prof. Rottenkolber (verantwortlich), Prof. Auerbach, Prof. Zirn</p>
9	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begleitende Vorlesungsunterlagen</li> <li>• J.B. Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals, Mc Graw-Hill, 1998</li> <li>• G.P. Merker, R. Teichmann (Hrsg.): Grundlagen Verbrennungsmotoren, Springer Vieweg Verlag, 2014</li> <li>• R. Pischinger, M. Kell, T. Sams: Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine, Springer-Verlag, 2009</li> <li>• R. Herweg: Flammenkernbildung, Dissertation, 1988</li> <li>• J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble: Verbrennung, Springer Verlag, 2001</li> <li>• N. Peters: Technische Verbrennung, Vorlesungsumdruck Institut für Technische Verbrennung der RWTH Aachen, 2006</li> <li>• G. Rottenkolber: Ottomotoren im Kaltstart – laseroptische Messverfahren zur Untersuchung des Kraftstofftransports, Dissertation, 2001</li> <li>• W. Klement: Fahrzeuggetriebe Hanser Verlag 2011</li> <li>• U. Nuss: Hochdynamische Regelung von Drehstrommaschinen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• O. Zirn et. al.: Hybridisierungspotentiale an Nutzfahrzeugen unter Berücksichtigung der Streckentopologie, TAE-Symposium Elektromobilität, 2015</li></ul>
10	<b>Letzte Aktualisierung</b> 04.10.2021

## Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren 2 (Wahlpflichtmodul 2)

1	<b>Modulnummer</b> 3125	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 2	<b>Beginn im</b> <input checked="" type="checkbox"/> WS <input type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Wahl	<b>Workload</b> 180 h	<b>ECTS</b> 6
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
	a) Motion Planning b) Systems Engineering (SE)		Vorlesung / Übung Vorlesung / Übung		<b>(SWS)</b> 4 2	<b>(h)</b> 60 30	<b>(h)</b> 60 30	deutsch
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b> Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden ...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... grundlegende Methoden der Bewegungsplanung in der Robotik beherrschen und die Grundbegriffe der Bahn- und Trajektorienplanung einordnen</li> <li>... grundlegende Algorithmen zur Bestimmung eines kostenoptimalen Pfades (diskrete Suchverfahren, probabilistische Verfahren, Methoden der Optimalsteuerung) verstehen</li> <li>... Verhaltensweisen mit State Charts generieren</li> <li>...</li> <li>... den Systembegriff, systemtheoretische Grundlagen und Vorgehensweisen der Systementwicklung verstehen</li> <li>... diverse Methoden des SE hinsichtlich Aufwand/Nutzen einschätzen, anwenden und bedarfsspezifisch anpassen</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b> <i>Nutzung und Transfer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... die speziellen Anforderungen der Bewegungsplanung bei nicht-holonomen Robotern wie z.B. automatisierten Fahrzeugen verstehen. Sie sind in der Lage, Algorithmen der Bewegungsplanung für selbstfahrende Fahrzeuge selbst zu entwerfen und zu implementieren.</li> <li>... ein Bahn- oder Trajektorienplanungsproblem für mobile Roboter als diskretes oder kontinuierliches Optimierungsproblem mit Nebenbedingungen formulieren und Lösungsverfahren für solche Optimierungsprobleme auswählen und implementieren.</li> <li>... Planungskomponenten für Roboter entwerfen und bewerten.</li> <li>...</li> <li>... Methoden des Systems Engineering (SE) auf die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen anwenden und an der Weiterentwicklung der Methoden mitwirken.</li> <li>... komplexe Fahrerassistenzsysteme dekomponieren und Teilsysteme im Gesamtkontext betrachten</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... komplexe Fahrzeugsystem und ihre Entwicklungsprozesse kennenlernen</li> <li>... die Notwendigkeit einer formalen und durchgängigen Systembeschreibung erkennen und sind in der Lage wissenschaftliche Beiträge zur Systemmodellierung und zum Modellaustausch zu leisten</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... die gelernten Kenntnisse zur Auslegung oder Bewertung von Fragestellungen der betroffenen Bereiche in der Fahrzeugtechnik heranziehen und diese theoretisch und methodisch begründen.</li> <li>... Ergebnisse der Labor- bzw. Übungsaufgaben in der Gruppe fachlich diskutieren und Schlussfolgerungen ziehen.</li> <li>... Fahrerassistenzsysteme so darstellen, dass eine domänenübergreifende Diskussionsgrundlage vorliegt</li> <li>... den Nutzen einer formalen und durchgängigen Systembeschreibung klar argumentieren</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... den erarbeiteten Lösungsweg theoretisch und methodisch begründen.</li> <li>... die eigenen Fähigkeiten im Gruppenvergleich reflektieren und einschätzen.</li> <li>... aktuelle Entwicklungen aufgreifen, bewerten, anpassen und durch eigene Beiträge erweitern.</li> </ul>							

4	<b>Inhalte</b> a) Motion Planning: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht Pfad- und Trajektorienplanung</li> <li>• Einführung Robot Operating System (ROS)</li> <li>• Verhaltensplanung für autonome Fahrzeuge</li> <li>• Grundlagen Bewegungsplanung in der Robotik<sup>[1]</sup></li> <li>• (Grundbegriffe, Konfigurationsraum, Kollisionsberechnung, ...)</li> <li>• Grundlegende Planungsverfahren</li> <li>• (Bug Approaches, Potentialverfahren, Suchverfahren, A*, Monte Carlo Methoden, State Lattice Planner, Einführung Reinforcement Learning...)</li> </ul> b) Systems Engineering: Vorlesung mit vorlesungsbegleitender Fallstudie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktentstehungsprozesse</li> <li>• Grundlagen der Systemtechnik</li> <li>• Methodik und Arbeitsprodukte der Systementwicklung</li> <li>• Model Based Systems Engineering</li> </ul>
5	<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> verpflichtend: - empfohlen: Lineare Algebra, Algorithmen und Datenstrukturen, Grundlegende Programmierkenntnisse (z.B. in Python)
6	<b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> Klausur 120 Minuten (benotet)
7	<b>Verwendung des Moduls</b> Masterarbeit (bei thematischer Übereinstimmung)
8	<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b> Prof. Niewels (verantwortlich), Prof. Dang (IT), Prof. Schuler
9	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripte zur Vorlesung (enthält auch weitere Literaturhinweise)</li> <li>• Howie Choset, Principles of Robot Motion - Theory, Algorithms and Implementation, MIT Press, 2005.</li> <li>• Steven M. LaValle, Planning Algorithms, Cambridge University Press, 2006.</li> </ul>
10	<b>Letzte Aktualisierung</b> 04.10.2021

## Integrierte Karosserieentwicklung (Wahlpflichtmodul 2)

1	<b>Modulnummer</b> 3125	<b>Studiengang</b> FZM	<b>Semester</b> 2	<b>Beginn im</b> <input checked="" type="checkbox"/> WS <input type="checkbox"/> SS	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Modultyp</b> Wahl	<b>Workload</b> 180 h	<b>ECTS</b> 6
2	<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Lehr- und Lernform</b>		<b>Kontaktzeit</b>		<b>Selbststudium</b>	<b>Sprache</b>
	a) Erweiterte Karosseriesysteme		Vorlesung / Übung		(SWS) 3	(h) 45	(h) 60	deutsch
	b) Leichtbaustrategien		Vorlesung		3	45	30	
3	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) und Kompetenzen</b> Nachdem das Modul erfolgreich absolviert wurde, können die Studierenden ...</p> <p><b>Wissen und Verstehen</b></p> <p>a) Erweiterte Karosseriesysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Karosseriesysteme identifizieren und auflisten. Grundlagen und Anforderungen an Karosseriesysteme beschreiben und durch Beispiele erläutern. Vorgehensweisen, Methoden, Zusammenhänge (Schnittstellen) zw. den Fahrzeuggewerken zur Erstellung und Absicherung eines digitalen Fahrzeugentwurfs unter Berücksichtigung der Konzeptphase im Produktentwicklungsprozess beschreiben, auswählen und einordnen.</li> </ul> <p>b) Leichtbaustrategien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die wesentlichen Anforderungen, Instrumente und Methoden zur Festlegung einer Leichtbaustrategie benennen und beschreiben, sowie gegenüberstellen und anhand eines Beispiels erläutern.</li> </ul> <p><b>Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen</b> <i>Nutzung und Transfer</i></p> <p>a) Erweiterte Karosseriesysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Methoden und Gestaltungsgrundlagen für Karosseriesysteme anwenden. Einflüsse auf Montagekonzepte, Produktstrukturen und Toleranzmanagement darstellen.</li> </ul> <p>b) Leichtbaustrategien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Methoden des Leichtbaus exemplarisch anwenden, und im Kontext zu einer Strategie erklären und verifizieren.</li> </ul> <p><i>Wissenschaftliche Innovation</i></p> <p>a) Erweiterte Karosseriesysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gesamtkonzepte einer Karosserie hinsichtlich Bildung möglicher oder Umgestaltung vorhandener Karosseriesysteme analysieren (Karosseriesystemanalyse, Modularisierung). Die Ergebnisse einer Karosseriesystemanalyse strukturieren, neue Systeme ableiten und begründen. Grundlegende Abstimmungs- und Absicherungsaufgabenstellungen (Integration, Schnittstellen, konkurrierende Anforderungen) identifizieren, Bereiche untersuchen und priorisieren. Maßnahmen zur Aufgabenerfüllung bzw. Optimierungsvorschlägen und entwickeln.</li> </ul> <p>b) Leichtbaustrategien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gesamtsysteme hinsichtlich des Leichtbaupotentials analysieren und bewerten, mögliche Optimierungen des Konstruktionsausschöpfungsgrades identifizieren. Lösungen zur Steigerung des Leichtbaugrades unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten auswählen.</li> </ul> <p><b>Kommunikation und Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Präsentation von Ergebnissen / Teilergebnissen.</li> <li>Simulation von DMU-Meetings.</li> <li>Gemeinsame Erarbeitung von Lösungen im Rahmen von Gruppenarbeiten.</li> </ul> <p><b>Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität</b></p> <p>a) Erweiterte Karosseriesysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung / Aufbau eines Karosseriesystems in digitaler Darstellung (CAD, Zusammenbaustruktur, ggf. Verlinkung und modellübergreifende Parametrik).</li> <li>Überprüfung auf funktionale Montage und Toleranzkonzepte.</li> </ul>							

	<p>b) Leichtbaustrategien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anhand eines Gesamtsystems (Fahrzeuginnenraum: z.B. Sitz) unterschiedliche Anforderungsprofile (z.B. Sicherheit, Leichtbau, Komfort) strukturieren und kombinieren, eine Leichtbaustrategie ableiten, strukturelle und konstruktive modulare Lösungen generieren.</li> </ul>
4	<p><b>Inhalte</b></p> <p>a) Erweiterte Karoseriesysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Übersicht und Strukturierung Karoseriesysteme, Grundlagen, Anforderungen, Modularisierung, Montagekonzepte, Produktstrukturen, Zusammenbaustrukturen und Verknüpfungen (Assembly Methoden), Entwicklung / Aufbau eines Karoseriesystems (Bsp.: Sitz, Frontmodul, Türmodul, Dachverdeck (RHT, Softtop)), Simulationen, Toleranzmanagement</li> </ul> <p>b) Leichtbaustrategien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zielsetzung des Leichtbaus, Konstruktionsstrategien, Gesamtsystem Fahrzeugumgebung, Leichtbauweisen und Lösungsprinzipien, Subsysteme - Integrierte Architekturen – Integrierte Mechanismen (Bsp. Fahrersitz), Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, Aktuelle Entwicklungen und Tendenzen, Berichte aus der Wissenschaft (Leichtbauforum)</li> </ul>
5	<p><b>Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>verpflichtend: empfohlen: CATIA V5 (GSD, PartDesign, AssemblyDesign, Kinematik)</p>
6	<p><b>Prüfungsformen und Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <p>a) und b) Klausur 90 Minuten (bewertet mit 3/4 der Gesamtpunktezahl) a) Projektarbeit (bewertet mit 1/4 der Gesamtpunktezahl)</p> <p>Die Modulnote (6 Credits) berechnet sich anhand der Summe der erreichten Punkte.</p>
7	<p><b>Verwendung des Moduls</b></p> <p>Masterarbeit (bei thematischer Übereinstimmung)</p>
8	<p><b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende</b></p> <p>Prof. Hanel (verantwortlich)</p>
9	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Begleitende Vorlesungsunterlagen.</li> <li>Degischer Hans-Peter, Sigrid Lüftl: Leichtbau, Wiley Verlag.</li> <li>Grabner, J., Nothhaft R.: Konstruieren von Pkw-Karosserien, 3. Auflage, Springer Verlag (2006).</li> <li>Klein, Bernd: Leichtbau-Konstruktion 10. Auflage, Springer Verlag.</li> <li>Kossira Horst: Grundlagen des Leichtbaus, Springer Verlag.</li> <li>Moeller, Elvira: Handbuch Leichtbau, Hanser Verlag.</li> <li>Pippert, Horst: Karosserietechnik, 3. Auflage, Vogel Verlag (1998).</li> </ul>
10	<p><b>Letzte Aktualisierung</b></p> <p>04.10.2021</p>