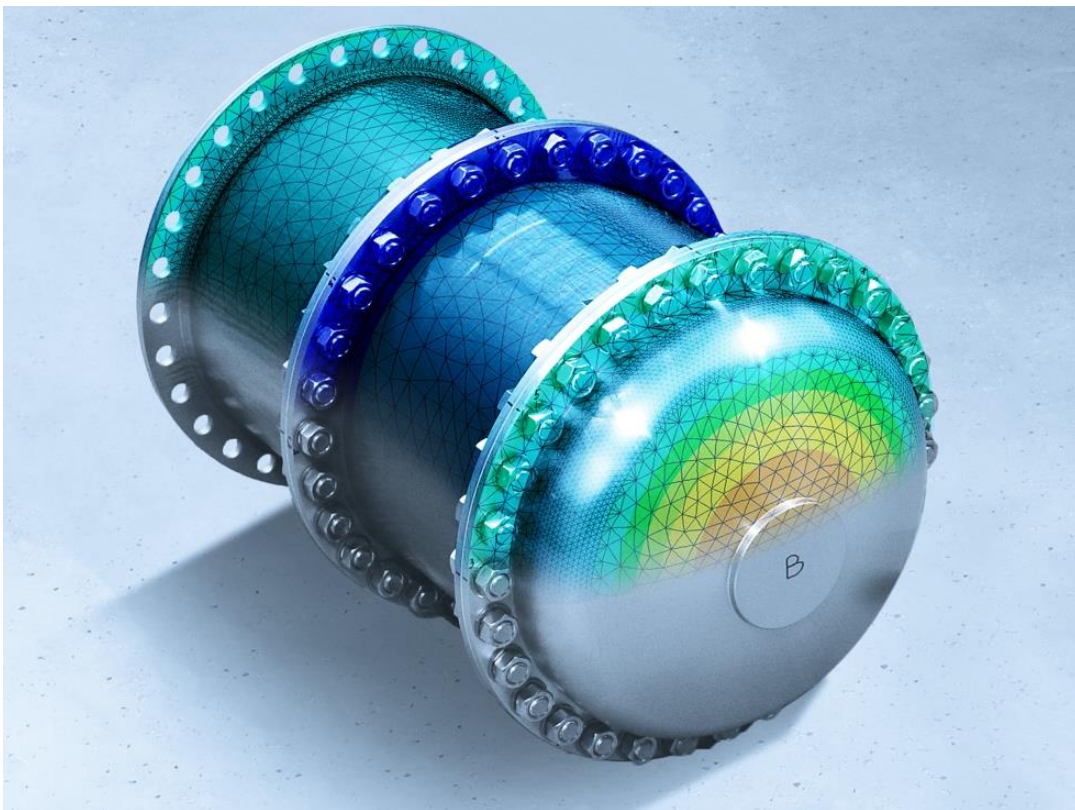


Modulhandbuch

Masterstudiengang
Maschinenbau
Mechanical Engineering



Studienziele gemäß § 2 der Studien- und Prüfungsordnung:

¹Das konsekutive Masterstudium hat das Ziel, Absolventinnen und Absolventen von maschinenbaunahen Bachelor-Studiengängen für eine herausgehobene Tätigkeit in Entwicklung, Projektierung und Betrieb in der Industrie zu qualifizieren. ²Der Schwerpunkt der Studieninhalte zielt auf die gründliche Vertiefung der methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie auf den Erwerb von praxisorientiertem Spezialwissen. ³Darüber hinaus sollen selbständiges Arbeiten und fachübergreifendes Denken besonders gefördert werden. ⁴Neben der technischen und wissenschaftlichen Weiterqualifikation soll auch der zunehmenden Bedeutung betriebswirtschaftlicher, organisatorischer und sprachlicher Fachkenntnisse, der Teamarbeit und der Mitarbeiterführung Rechnung getragen werden, sodass die Absolventinnen und Absolventen qualifiziert sind, Führungs- und Managementaufgaben zu übernehmen. ⁵Durch die Wahl der Studienschwerpunkte „Leichtbau und Faserverbundtechnologie“ (LFV) bzw. „Digital Engineering“ (DEN) können die Studierenden das Studium gemäß ihren Neigungen und Berufswünschen gestalten.

Inhaltsverzeichnis

A: Angewandte Mathematik	4
B: Numerische Struktursimulation	7
C-L: Fertigungs- und Bearbeitungsverfahren	10
C-D: Innovative Produkt- und Prozessentwicklung	14
D-L: Leichtbauwerkstoffe	17
D-D: Maschinenvernetzung	20
E: Sozialkompetenz / Gruppenprojekt	23
F: Höhere Mechanik	28
G: Wahlpflichtmodule	32
_ G1: Objektorientiertes Programmieren und UI-Design	34
H-L: Ressourcen / Rohstoffe	36
H-D: Fluidmechanik / CFD	39
I-L: Vertiefung	43
I-D: Embedded Systems	48
K: Sozialkompetenz / Gruppenprojekt	52
L: Masterarbeit	56

Curriculum / Regelstudienzeit (vgl. § 4 Abs. 2 der Studien- und Prüfungsordnung)

Vollzeit-Studium: 3 Semester

Teilzeit-Studium: max. 6 Semester

Abkürzungsverzeichnis

Erster Buchstabe: Modulnummer

Modulnummer-L: Schwerpunkt „Leichtbau- und Faserverbundtechnologie“ (LFV)

Modulnummer-D: Schwerpunkt „Digital Engineering“ (DEN)

Modul	A: Angewandte Mathematik
Modulbezeichnung engl.	<i>Applied Mathematics</i>
Lehrveranstaltungen	Angewandte Mathematik (A1) Höhere Numerik und Rechneranwendung (A2)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Wintersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Max Wedekind
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, 1. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs.
Arbeitsaufwand	A1: 90 h A2: 90 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse der Ingenieursmathematik, der Numerik und der Rechneranwendung auf Bachelorniveau.
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • mathematische Probleme im Bereich Differentialgleichungen in eigenen Programmen zu lösen. • in der Programmiersprache C zu programmieren. • numerische Methoden zur Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen anzuwenden. <u>Fertigkeiten:</u> • Probleme der Ingenieurmathematik zu analysieren und deren Lösung in einem numerischen Algorithmus zu übertragen. • Probleme des Ingenieur-Leichtbaus in eine mathematische Beschreibung zu überführen. • Differentialgleichungen, welche im Ingenieurwesen relevant sind, analytisch zu lösen. <u>Kompetenzen:</u> • unterschiedliche Typen von Differentialgleichungen einer analytischen und numerischen Lösung zuzuführen. • verschiedene Typen von Differentialgleichungen zu kategorisieren und analytische Verfahren zur Lösung derselben anzuwenden. • ingenieurrelevante Differentialgleichungen durch Anwendung numerischer Verfahren zu lösen und in einer modernen Programmiersprache umzusetzen.
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.

Lehrveranstaltung A1: Angewandte Mathematik	
Zuordnung zum Modul	A
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Max Wedekind
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h
	Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Differentialgleichungen im Ingenieurwesen und insbesondere im Leichtbau • Mathematische Formulierung von Problemen des Leichtbaus • Näherungsverfahren: gewichtete Residuen, Verfahren von Ritz und Galerkin
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• Kreysig, E.: Advanced Engineering Mathematics. John Wiley & Sons Inc. • Abell, M. L.; Braselton, James P.: Introductory Differential Equations. Elsevier.

Lehrveranstaltung A2: Höhere Numerik und Rechneranwendung	
Zuordnung zum Modul	A
Dozent(in)	Prof. Dr. rer. nat. Alexander Rieß
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht als Präsenzlehre und/oder Videokonferenz (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h
	Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Numerik und die Frage nach der Genauigkeit • Methoden zur numerischen Integration und Differentiation • Numerische Methoden zur Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen • Numerische Lösung von linearen Gleichungssystemen • Optimierungsverfahren • Programmierung von numerischen Lösungsverfahren in C • Test und Revision selbstgeschriebener Programme • Visualisierung von Funktionen und Lösungen
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• Press, W. H.; Teukolsky, S. A.; Vetterlin, W. T.; Flannery, B. P.: Numerical Recipes in C - The Art of Scientific Computing - Second Edition. Cambridge University Press. • Faires, J. D. und Burden, L. B.: Numerische Methoden - Näherungsverfahren und ihre praktische Anwendung. Spektrum Akademischer Verlag. • Engeln-Müllges, G.; Niederdrenk, K.; Wodicka, R.: Numerik- Algorithmen – Verfahren, Beispiele, Anwendungen. Springer.

Modul	B: Numerische Struktursimulation
Modulbezeichnung engl.	<i>Numerical Simulation of Structures</i>
Lehrveranstaltungen	Finite-Elemente-Methode (B1) Verifikation und Validierung (B2)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Wintersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, 1. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs.
Arbeitsaufwand	B1: 120 h B2: 60 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse der Ingenieursmathematik, der FEM und der Werkstoffkunde auf Bachelorniveau.
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • Simulation und Experiment im Bereich der FEM zu kombinieren. • die mathematischen Grundlagen der linearen und nichtlinearen FEM zu benennen. • die Umsetzung der FEM-Theorie in einen kommerziellen FEM-Code zu beschreiben • zu verstehen, wie numerische Ergebnisse – mit Hilfe von Experimenten – validiert bzw. verfeinert werden können. <u>Fertigkeiten:</u> • experimentell gewonnene Daten in eine FEM-Simulation zu übertragen und zu implementieren. • numerische Analysen im Leichtbau mit Hilfe eines kommerziellen FEM-Codes durchzuführen. • Versuche zur Bestimmung mechanischer und thermischer Materialparameter zu planen und durchzuführen. <u>Kompetenzen:</u> • moderne Analysemethoden zu nutzen, um die Qualität von numerischen Simulationen zu verbessern. • Lösungsstrategien für die Bearbeitung von Festigkeitsproblemen im Leichtbau mittels impliziter FEM zu erarbeiten. • moderne Prüf- und Analysegeräte (Zugprüfmaschine, DSC, DMA, Dichtemesseinrichtungen usw.) gezielt zur Verifikation und Validierung numerischer Berechnungen einzusetzen.
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.

Lehrveranstaltung B1: Finite-Elemente-Methode	
Zuordnung zum Modul	B
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht als Präsenzlehre und/oder Videokonferenz (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA), Praktikum (Pr): 4 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 60 h (SU, TA: 3 SWS, Pr: 1 SWS) Eigenstudium: 60 h
	Gesamtaufwand: 120 h
Inhalt	• Kurze Wiederholung der linearen FEM • Einführung in nichtlineare Lösungsverfahren • Geometrische und Materialnichtlinearitäten • Elementformulierungen, isoparametrische Beschreibung • Kontaktalgorithmen • Einführung in das Programmpaket ANSYS • Berechnung diverser Beispiele
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• Taylor, R. L.; Zienkiewicz, O. C.: The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics. Elsevier Butterworth-Heinemann. • Belytschko, T.; Liu, W. K.; Moran, B.: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures. John Wiley & Sons Ltd. • Rust, W.: Nichtlineare Finite-Elemente-Berechnungen. Vieweg + Teubner.

Lehrveranstaltung B2: Verifikation und Validierung	
Zuordnung zum Modul	B
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht als Präsenzlehre und/oder Videokonferenz (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA), Praktikum (Pr): 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 30 h (SU, TA: 1 SWS, Pr: 1 SWS) Eigenstudium: 30 h
	Gesamtaufwand: 60 h
Inhalt	• Kurze Wiederholung zu den physikalischen, mechanischen und thermischen Materialparametern • Vorschriften und Normen zur Materialprüfung • Zugprüfung von Werkstoffen • Thermische und thermisch-mechanische Prüfung von Werkstoffen • Durchführung von Zugprüf-, DSC- und DMA-Versuchen • Verifikation und Validierung numerischer Ergebnisse mittels experimenteller Analyse
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• Frick, A.; Stern, C.: DSC-Prüfung in der Anwendung. Hanser. • Menczel, J. D.; Prime, R. B.: Thermal Analysis of Polymers - Fundamentals and Applications, John Wiley & Sons Ltd. • Menard, K. P.: Dynamic Mechanical Analysis - A Practical Introduction, CRC Press.

Modul	C-L: Fertigungs- und Bearbeitungsverfahren
Modulbezeichnung engl.	<i>Production and Machining Processes</i>
Lehrveranstaltungen	Fertigungsverfahren Komposite (C1-L) Bearbeitungsverfahren Komposite (C2-L)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Wintersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, Schwerpunkt „Leichtbau- und Faserverbundtechnologie“, 1. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil der Vertiefungsrichtung LFV. Studierende des Studienschwerpunktes DEN können das Modul als Wahlmodul G belegen.
Arbeitsaufwand	C1-L: 90 h C2-L: 90 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen in den Bereichen Faserverbundtechnologie, Fertigungsverfahren, Werkstoffprüfung, Grundlagen in den Bereichen Verbundwerkstoffe, Prozesstechnik Verbundwerkstoffe, mechanische Bearbeitung (Fräsen, Schleifen, Laser, Wasserstrahl), Werkzeugtechnik
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • Herstellprozesse von FV-Werkstoffen benennen/beschreiben. • Anforderungen an die Fertigung von hybriden Leichtbaustrukturen CFK / Metall zu beschreiben. • Direkte/indirekte Fertigungsverfahren für FV-Bauteile zu nennen. • Composite Materialien zu benennen, CFRP, GFRP, CMC, OCMC, • Methoden und Besonderheiten bei der Bearbeitung von Verbundwerkstoffen zu kennen und zu unterscheiden, • Die besonderen Anforderungen an die Werkzeuge zu nennen. <u>Fertigkeiten:</u> • geeignete Prozessschritte für die Herstellung von Faserverbundbauteilen selbstständig auszuwählen und umzusetzen. • Preforming-Konzepte aufzustellen und anhand von exemplarischen Faserverbund-Bauteilen umzusetzen. • Bearbeitungsprozesse und Werkzeuge für unterschiedliche FV-Werkstoffe auszuwählen • Bearbeitungsergebnisse zu beurteilen • Bearbeitungsprozesse / Methoden bei FV-Werkstoffen anzuwenden

Kompetenzen:

- eigenständig eine Prozesskette zur Herstellung von Faserverbundwerkstoffen zu definieren und unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten zu bewerten.
- die Serientauglichkeit von verschiedenen Herstellverfahren für Faserverbundwerkstoffe zu analysieren.
- Leichtbaustrukturen in CFK / Metall Hybridbauweise zu fertigen und deren Herstellprozess zu optimieren.
- Bearbeitungsprozesse zu planen
- Bearbeitungsstrategien für besondere Materialien zu erarbeiten
- Machbarkeitsstudien für die Bearbeitung zu erstellen
- Kosten der Prozesse zu berechnen
- Fehler bei der Bearbeitung zu beurteilen

**Studien- und
Prüfungsleistungen**

Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.

Lehrveranstaltung C1-L: Fertigungsverfahren Komposite	
Zuordnung zum Modul	C-L
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Neven Majić
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA), Praktikum (Pr): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 2 SWS, Pr: 1 SWS) Eigenstudium: 45 h Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Halbzeuge für Faserverbundbauteile • Formgebungsverfahren: Handlaminieren, automatisierte Verfahren [endlosfaserverstärkt (klassisch), langfaserverstärkt, kurzfaserverstärkt] • Digitale Prozesssimulation für Faserverbundwerkstoffe am Beispiel der additiven Fiber Patch Placement Technologie • 3D-Druck: unverstärkt, endlosfaserverstärkt • Imprägnierverfahren: RTM, VARI, VAP • Aushärtung: Prepreg-Autoklav-Verfahren, Ofen, Heizpresse • Prozessbasierte Fehler-Möglichkeiten-Einfluss-Analyse (P-FMEA)
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Onlinematerial, teilweise Skript
Literatur	• Handbuch Faserverbundkunststoffe / Composites. 4. Aufl. Springer. 2013. • Handbook of Composites. Springer. 1982. • Michaeli, W.: Einführung in die Kunststoffverarbeitung. 4. Aufl. Hanser. 1999. • Knippers, J.; Cremers, J.; Gabler, M.; Lienhard, J.: Construction Manual for Polymers + Membranes. Edition Detail. 2011. • Erenstein, G. W.: Faserverbund-Kunststoffe: Werkstoffe – Verarbeitung – Eigenschaften. 2. Aufl. Hanser. 2006.

Lehrveranstaltung C2-L: Bearbeitungsverfahren Komposite	
Zuordnung zum Modul	C-L
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Materialkunde Verbundwerkstoffe • Datenverarbeitung im Bearbeitungsprozess (KI-Big Data) • Besondere Anforderungen an die Bearbeitungsprozesse von Verbundwerkstoffen • Bearbeitungsmethoden • Fräsen, Bohren, Schleifen, Wasserstrahl, Laser • Adaptive Methoden • Werkzeugentwicklung • Werkzeugbeschichtung (PVD, CVD Prozesse) • CFK-Maschinenelemente
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Onlinematerial, Skript
Literatur	• Weller, W.: Automatisierungstechnik im Überblick. 1. edition. Beuth, 2008. • Kief, H. B.; Roschiwal, H.: CNC-Handbuch. • Liu, J.; Li, J.: Interaction of the cutting tools and the ceramic-reinforced metal matrix composites during micro-machining, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 7 (2014) 55-70 • Fuchs, A. N.; Schoeberl, M.: Laser cutting of carbon fiber fabrics, Physics Procedia 451 (2013) 372 -380 • Pauksch, E.; Holsten, S.: Zerspantechnik, Vieweg & Teubner. 2008. • Bliedtner, J.; Müller, H; Barz; A.: Lasermaterialbearbeitung. Hanser. 2013. • Diamantwerkzeuge mit geometrisch bestimmter Schneide, Verlag Moderne Industrie. 2011. • Modern Surface Technology, Edited by F.W. Bach, A. Laarmann, T. Wenz, Wiley-VCH, 2006 • Pauksch, E.; Holsten, S.; Linß, M.; Tikal, F.: Zerspantechnik. 12. Auflage. Vieweg & Teubner. 2008. • Zemann, R.; Sacherl, J.; Hake, W.; Bleicher, F.: „New measurement processes to define the quality of machined fibre reinforced polymers“. 25th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing & Automation, 2015. • Davim, P. (Editor): Machining Composite Materials. Wiley. 2010. • Davim (Editor), P.: Machinability of Reinforced Plastics. de Gruyter. 2015.

Modul	C-D: Innovative Produkt- und Prozessentwicklung
Modulbezeichnung engl.	<i>Innovative Product and Process Development</i>
Lehrveranstaltungen	Integrierter Produktentwurf (C1-D) Digitale Produktmodellierung (C2-D)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Wintersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Ulrich Weigand
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, Schwerpunkt „Digital Engineering“, 1. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil der Vertiefungsrichtung DEN. Studierende des Studienschwerpunktes LFV können das Modul als Wahlmodul G belegen.
Arbeitsaufwand	C1-D: 90 h C2-D: 90 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • moderne Methoden der Produktentwicklung zu kennen. • für unterschiedliche Produktentwicklungsphasen im kompletten Produktentwicklungsprozess geeignete Modellbildungen für eine digitale Produktrepräsentation und die dafür erforderlichen CAE-Werkzeuge benennen zu können. <u>Fertigkeiten:</u> • Werkzeuge der Produktentwicklung passend auszuwählen • exemplarisch an einem einfachen Produktbeispiel mittels CAE-Werkzeugen eine geschlossene und durchgängige virtuelle Prozesskette abzubilden. <u>Kompetenzen:</u> • Produkte und Prozessentwicklung mit modernen Methoden zu planen und auszuführen. • Die Wichtigkeit einer geschlossenen Prozesskette durch digitale Produktrepräsentationen in der Produktentwicklung zu erkennen und Schwachstellen bzw. Lücken in bestehenden Prozessketten aufzudecken, um gezielte Maßnahmen einzuleiten.
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.

Lehrveranstaltung C1-D: Integrierter Produktentwurf	
Zuordnung zum Modul	C-D
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Ulrich Weigand
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA), Praktikum (Pr): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 2 SWS, Pr: 1 SWS) Eigenstudium: 45 h
	Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Moderne Methoden des Projektmanagements • PLM - Product-Lifecycle-Management • Agile Methoden, Scrum-prozesse, Lean DevelopmentAnforderungsmanagement • Innovationsmethoden (Design Thinking, Triz, ...) • Moderne Entwicklungziele • Sicherung der Entwicklungsergebnisse (Versuchsmethodik, Ergebnisbeurteilung) • Prozesse der Inbetriebnahme, des Betriebes, der Außerbetriebnahme
Medienformen	Präsentation, Materialien
Literatur	• Ehrlenspiel, K.; Meerkamm, H.: Integrierte Produktentwicklung. Hanser, München 2017 • Eigner, M. et. al. (Hrsg.): Modellbasierte Virtuelle Produktentwicklung. Springer; Berlin, Heidelberg 2014 • Rieg, F.; Steinhilper, R.: Handbuch Konstruktion. Hanser; München 2018.

Lehrveranstaltung C2-D: Digitale Produktmodellierung	
Zuordnung zum Modul	C-D
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Michael Schmid
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h
	Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Produktentwicklungsprozess nach VDI 2206. • Modellbildung und -analyse entlang des Produktentwicklungsprozesses. • Geometriemodellierung mit CAD, Modellierungsverfahren und Werkzeuge (VDI 2209). • Konzeptphase: Digitale Layouts und Konzeptskizzen, weitere IT-Tools für die Konzeptphase • Entwurfsphase: CAD-Entwurfs-Modellierung, Bauraum, Top-Down-Prinzip (Skeletttechnik). • Produktverifizierung und Simulation (CAD-Toleranzanalyse, FEA, Kollisionsuntersuchung, Bewegungsanalyse, ...). • 3D-Dokumentation für Fertigung, Montage und Betriebsanleitung (3D-Master, detaillose Dokumentation). • Virtueller Fertigungsprozess: CAD/CAM-Modellierung. • Digitale Vertriebsunterstützung: Rendering, Produktkonfiguration.
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer sowie Tablet und Onlinematerial sowie rechnergestützte Arbeitsplätze (CAE)
Literatur	• VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme • VDI-Richtlinie 2209: 3D-Produktmodellierung • Eigner, M. et. al. (Hrsg.): Modellbasierte Virtuelle Produktentwicklung. Springer; Berlin, Heidelberg 2014 • Rieg, F.; Steinhilper, R.: Handbuch Konstruktion. Hanser; München 2018. • Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre. 8. Auflage, Springer 2013.

Modul	D-L: Leichtbauwerkstoffe
Modulbezeichnung engl.	<i>Lightweight Materials</i>
Lehrveranstaltungen	Fortgeschrittene Komposite (D1-L) Leichtbaumetalle (D2-L)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Wintersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. André Baeten
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, Schwerpunkt „Leichtbau- und Faserverbundtechnologie“, 1. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil der Vertiefungsrichtung LFV. Studierende des Studienschwerpunktes DEN können das Modul als Wahlmodul G belegen.
Arbeitsaufwand	D1-L: 90 h D2-L: 90 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen der Festigkeitslehre, Werkstofftechnik, Grundlagen der Werkstoffprüfung
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • die wichtigsten Prinzipien und Herangehensweisen bei der leichtbaugerechten Werkstoffauswahl zu beschreiben. • die wichtigsten mechanischen und thermischen Eigenschaften von Leichtbauwerkstoffen zu beschreiben. • die digitale Modellbildung für die Werkstoffeigenschaften wiederzugeben. <u>Fertigkeiten:</u> • die materialspezifischen Besonderheiten bei der Auslegung von Leichtbaustrukturen zu identifizieren. • die Gesetze der Elasto-Mechanik auf isotrope und anisotrope Werkstoffe anzuwenden. • einfache digitale Werkstoffmodelle leichtbaugerecht anzuwenden. <u>Kompetenzen:</u> • die geeignete Materialkombination und Herstellmethode für eine spezifische Leichtbau-Anwendung auszuwählen und die mechanischen Eigenschaften dieser Kombination zu berechnen. • Methoden und Varianten der virtuellen Werkstoffauswahl bedarfsgerecht einzusetzen.
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.

Lehrveranstaltung D1-L: Fortgeschrittene Komposite	
Zuordnung zum Modul	D-L
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. André Baeten
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h
	Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Textile Halbzeuge und Preforms • Dreidimensionale Faserverstärkung • Designprinzipien für Faserverbundwerkstoffe • Festigkeitskriterien, Netztheorie, klassische Laminattheorie • Numerische Werkstoffsimulation im Leichtbau • Faserverbundbalken, Verbindungstechniken und Lastübertragungsmechanismen • Designrichtlinien
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Dokumentenkamera, Laboreinrichtung, Online-Material
Literatur	• Schürmann, H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden. Springer. 2007. • Gay, D.; Hoa, S. V.; Tsai, S. W.: Composite Materials: Design and Applications. CRC Press. 2002. • Jones, R.: Mechanics of Composite Materials. Edwards Brothers. 1998.

Lehrveranstaltung	D2-L: Leichtbaumetalle
Zuordnung zum Modul	D-L
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Helmut Wieser
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Stähle für den Leichtbau • Aluminium-, Titan- und Magnesium-Legierungen • metallische Schäume und Schwämme – Herstellung und Eigenschaften • Hochtemperaturwerkstoffe • Smart Materials
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Dokumentenkamera, Laboreinrichtung, Musterteile
Literatur	• Leo, D. J.: Engineering Analysis of smart material systems, John Wiley and Sons, 2007. • Henning, F.; Möller, E.: Handbuch Leichtbau, Hanser 2011. • Wessel, J. K.: Handbook of advanced Materials, Wiley Interscience 2004. • Mehrphasenstähle. Thyssen-Krupp. • Aluminiumschäume. Merkblatt der Aluminium-Zentrale. • Nanomaterialien/Nanotechnologie. BMBF. • Formgedächtnis-Legierungen. Expert-Verlag.

Modul	D-D: Maschinenvernetzung
Modulbezeichnung engl.	<i>Machine Networking</i>
Lehrveranstaltungen	Maschinenanbindung (D1-D) Predictive Maintenance (D2-D)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Wintersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Michael Glöckler
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, Schwerpunkt „Digital Engineering“, 1. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil der Vertiefungsrichtung DEN. Studierende des Studienschwerpunktes LFV können das Modul als Wahlmodul G belegen.
Arbeitsaufwand	D1-D: 60 h D2-D: 120 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, Kenntnisse: • verschiedene Feldbusse, Bus-Topologien und Protokolle zu benennen. • Klassifikationsalgorithmen, gängige Typen neuronaler Netze sowie Verfahren des maschinellen Lernens und Grundlagen künstlicher Intelligenz benennen. • Lasten und Fehlermechanismen wichtiger Maschinen- und Anlagenkomponenten sowie verschiedene Wartungskonzepte zu kennen. Fertigkeiten: • mit Feldbuskomponenten und dezentraler Peripherie gearbeitet. • geeignete Feldbusse und Bus-Topologien auszuwählen und den Datenaustausch zwischen Steuerungen sowie zwischen Steuerung und Peripherie an einem konkreten Beispiel zu konfigurieren. Kompetenzen: • Verfahren der prädiktiven Wartung mit Hilfe geeigneter Toolboxes anzuwenden. • Anforderungen an die Datenmenge und die Übertragungsgeschwindigkeit zu bestimmen, geeignete Kommunikationswege festzulegen und softwaretechnisch in einer industriellen Steuerungsumgebung umzusetzen. • Methoden der prädiktiven Wartung bei ausgewählten Problemstellungen anzuwenden.
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.

Lehrveranstaltung D1-D: Maschinenanbindung	
Zuordnung zum Modul	D-D
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Michael Glöckler
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 30 h (SU, TA: 2 SWS) Eigenstudium: 30 h Gesamtaufwand: 60 h
Empfohlene Voraussetzungen	Steuerungstechnik, Ingenieurinformatik, Grundkenntnisse MATLAB
Inhalt	• Industrielle Kommunikationstechnik, industrielle Netzwerke, Feldbusse, Protokolle • Anforderungen hinsichtlich Datenmenge, Echtzeitfähigkeit, Übertragungsgeschwindigkeit • Schichtenmodell • Protokolle, Telegrammaufbau • Netztopologien (Linie, Ring, Baum)
Medienformen	Präsentation mit Tablet-PC/Beamer und Arbeitsblättern
Literatur	• Pritschow, G.: Einführung in die Steuerungstechnik. • Reißenweber, B.: Feldbussysteme zur industriellen Kommunikation. Oldenbourg 2009. • Weinländer, M.: Industrielle Kommunikation. Beuth 2017.

Lehrveranstaltung	D2-D: Predictive Maintenance
Zuordnung zum Modul	D-D
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Michael Glöckler
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 4 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 60 h (SU, TA: 4 SWS) Eigenstudium: 60 h Gesamtaufwand: 120 h
Empfohlene Voraussetzungen	Ingenieurinformatik, MATLAB/Simulink
Inhalt	• Zustandsüberwachung • Körperschallanalyse • Hüllkurven • Identifikationsverfahren • Modelle • Klassifikationsalgorithmen • Modellierung unscharfer Prozesse durch Fuzzy-Systeme • Grundlagen maschinellen Lernens und künstlicher Intelligenz • Einsatz von MATLAB-Toolboxen
Medienformen	Präsentation mit Tablet-PC/Beamer und Arbeitsblättern
Literatur	• Tinga, T.: Principles of loads and failure mechanisms, Springer 2013 • Lughofer, L., Sayed-Mouchaweh, M.: Predictive Maintenance in Dynamic Systems, Springer 2019 • Gouriveau, R. et al.: From prognostics and health systems management to predictive maintenance 1, Wiley 2016 • Chebel-Morello, B. et al.: From prognostics and health systems management to predictive maintenance 2, Wiley 2017 • Kruse, R. et al.: Computational Intelligence: Eine methodische Einführung in künstliche neuronale Netze, evolutionäre Algorithmen, Fuzzy Systeme und Bayes Netze, Springer-Vieweg, 2011 • Ertl, W.: Grundkurs künstliche Intelligenz: Eine praxisorientierte Einführung, Springer-Vieweg, 2016 • Kubat, M.: An Introduction to Machine Learning, Springer 2015 • Skansi, S.: Introduction to Deep Learning: From Logical Calculus to Artificial Intelligence, Springer-Vieweg 2018

Modul	E: Sozialkompetenz / Gruppenprojekt
Modulbezeichnung engl.	<i>Social Skills and Group Project</i>
Lehrveranstaltungen	Onboarding (E1) Führungs- und interkulturelle Kompetenz (E2) Wissenschaftliches Arbeiten und Publizieren (E3)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Wintersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, 1. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studienganges.
Arbeitsaufwand	E1: 30 h E2: 90 h E3: 60 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> - wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen und fachgebietsgerecht zu dokumentieren. - die Unterschiede zwischen englisch- und deutschsprachigen, wissenschaftlichen Publikationen zu benennen - Aufbau und Bedien-Logik des wissenschaftlichen Textsatzprogrammes LaTeX zu verstehen. - die Bearbeitung interdisziplinärer, industrierelevanter Fragestellungen mittels wissenschaftlicher Methoden zu verstehen. - Methodik und Ablauf einer strukturierten und koordinierten Teamarbeit zu erfassen. <u>Fertigkeiten:</u> - Lösungen systematisch zu erarbeiten und einen Bericht mit gängiger und spezieller Software zu erstellen. - einen wissenschaftlichen Bericht / eine wissenschaftliche Publikation normgerecht zu erstellen. - Texte mit dem Textsatzprogramm LaTeX zu schreiben. - problemgerechte Lösungsansätze auszuwählen und anzuwenden. - industrierelevante Fragestellungen des Ingenieurwesens im Team zu bearbeiten.

	<u>Kompetenzen:</u> • Lösungen teamübergreifend zu erarbeiten und diese in einem strukturierten Bericht bzw. Paper zu dokumentieren. • strukturell und bzgl. des Layouts professionelle, wissenschaftliche Berichte und Publikationen zu verfassen. • mit Ingenieuren verschiedener Disziplinen im Team zu arbeiten. • sämtliche Aspekte eines Ingenieurprojektes, vom Konzept bis zur Ablieferung, zu beurteilen.
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.

Lehrveranstaltung	E1: Onboarding
Zuordnung zum Modul	E
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 15 h (TA: 1 SWS) Eigenstudium: 15 h Gesamtaufwand: 30 h
Inhalt	• Wiederholung der Vorgehensweisen zur Lösung ingenieurtechnischer Probleme • Vorstellung von Werkzeugen zur Bearbeitung von Projekten • Einführung in und Vorstellung der Projekte. • Programmieren in der Programmiersprache C • Anwendung moderner IDEs wie VisualStudio oder XCode
Medienformen	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• Grotian, K.; Beelich, K.-H.: Arbeiten und Lernen selbst managen - Effektiver Einsatz von Methoden, Techniken und Checklisten für Ingenieure. Springer-Verlag. 2. Auflage 2004 • Janert, P. K.: Gnuplot in Action - Understanding Data with Graphs. Manning Publications. 1. Auflage 2009 • Mark, D.: Learn C on the Mac. Apress / Springer. New York. • Kernighan, B. W.; Ritchie, Dennis M.: The C Programming Language – Second Edition. Prentice Hall Software Series. • Die Programmiersprache C. Ein Nachschlagewerk. Buch des Regionalen Rechenzentrums für Niedersachsen. • UNIX. Eine Einführung in die Benutzung. Buch des Regionalen Rechenzentrums für Niedersachsen.

Lehrveranstaltung E2: Führungs- und interkulturelle Kompetenz	
Zuordnung zum Modul	E
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel und Projektbetreuer(innen)
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 1 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 15 h (TA: 1 SWS) Eigenstudium: 75 h Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Projektarbeit an einer anwendungsbezogenen, ingenieurwissenschaftlichen Fragestellung aus dem Bereich des Leichtbaus, der Faserverbundtechnologie oder verwandten Bereichen, abgeschlossen mit einem Kolloquium • Abschlusskolloquium, bei welchem das studentische Team seine Aufgabenstellung und die gesamte Bearbeitung des Projektes vor einer Gruppe von Prüfer(inne)n präsentiert
Medienformen	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• Gareis, R.; Stummer, M.: Prozesse und Projekte. Manz. • Schelle, H.: Projekte zum Erfolg führen. Dt. Taschenbuch.

Lehrveranstaltung	E3: Wissenschaftliches Arbeiten und Publizieren
Zuordnung zum Modul	E
Dauer / Angebot	Winter- und Sommersemester
Dozent(in)	Dipl.-Päd. Gabriele Schwarz, Markus Pohlert
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 30 h (SU, TA: 2 SWS) Eigenstudium: 30 h Gesamtaufwand: 60 h
Inhalt	• Installation des LaTeX-Paketes auf verschiedenen Plattformen • Grundlagen: Verzeichnisstruktur, Kompilierung, etc. • Mathematik, Text und Layout mit LaTeX • Index- und Literaturverzeichnisse • Regeln für wissenschaftliche Publikationen
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• The Chicago Manual of Style: The Essential Guide for Writers, Editors and Publishers. 16th edition. University of Chicago Press. • Karmasin, M.; Ribing, R.: Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten. UTB. • Kottwitz, S.: LaTeX Beginner's Guide. Packt Publishing. • Goossens, M. et al.: The LaTeX Companion. 2nd edition. Addison-Wesley Professional.

Modul	F: Höhere Mechanik
Modulbezeichnung engl.	<i>Advanced Mechanics</i>
Lehrveranstaltungen	Bionik (F1) Optimierung (F2)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Sommersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, 2. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs.
Arbeitsaufwand	F1: 90 h F2: 90 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse der Technischen Mechanik, der Festigkeitslehre, der Schwingungslehre und der Finite-Elemente-Methode auf Bachelorniveau.
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • die statischen und dynamischen Eigenschaften typischer, biologisch inspirierter Leichtbaustrukturen übergreifend zu kennen. • die Entwurfs- und Konstruktionsprinzipie natürlicher Strukturen zu kennen. • verschiedene Optimierungsverfahren zu beschreiben. • eigenständig Optimierungsberechnungen durchzuführen. • analytische und numerische Lösungsverfahren für bionisch inspirierte Strukturen und für Optimierungen zu kennen. <u>Fertigkeiten:</u> • bionische Leichtbaustrukturen statisch und dynamisch zu berechnen. • von der Natur inspirierte und mathematisch-technische Optimierungsverfahren auf maschinenbauliche Probleme anzuwenden. • mit einem kommerziellen FEM-Programm Fragestellungen des Leichtbaus und der Optimierung zu lösen. • Leichtbau- und maschinenbauliche Strukturen mit Hilfe der Newtonschen und der analytischen Mechanik zu berechnen. <u>Kompetenzen:</u> • von der Natur inspirierte Leichtbaukonstruktionen (Fachwerke, Platten, Schalen, Membrane etc.) zu dimensionieren. • numerische und analytische Optimierungsverfahren auszuwählen und anzuwenden. • statische und dynamische Berechnungen typischer Leichtbaustrukturen durchzuführen, zu bewerten und zu evaluieren. • Optimierungen mittels FE-Berechnungen durchzuführen und zu evaluieren.

Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.
--	--

Lehrveranstaltung F1: Bionik	
Zuordnung zum Modul	F
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht als Präsenzlehre und/oder Videokonferenz (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA), Praktikum (Pr): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 2 SWS, Pr: 1 SWS) Eigenstudium: 45 h
	Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Wesentliche Aspekte der Bionik für den Ingenieur (Problemlösungsverfahren der Natur, technische Adaption ausgewählter, natürlicher Konstruktionen) • Berechnung ausgewählter, biologischer Konstruktionselemente (Fachwerke, Mechanik der Bäume, Seile und Netze, Membrane und Pneus) • Bionische Optimierungsstrategien • FE-Berechnung verschiedener Fallstudien
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• Hake, E.; Meskouris, K.: Statik der Flächentragwerke. Springer. 2007. • Mattheck, C.: Design in der Natur - Der Baum als Lehrmeister. Rombach. 1997. • Nachtigall, W.; Blücher, K.: Das große Buch der Bionik - Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart. 2000. • Szabo, I.: Einführung in die Technische Mechanik. Springer. 1984. • Steinbuch, R.; Gekeler, S.: Bionic Optimization in Structural Design. Springer. 2016

Lehrveranstaltung F2: Optimierung	
Zuordnung zum Modul	F
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht als Präsenzlehre und/oder Videokonferenz (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA), Praktikum (Pr): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 2 SWS, Pr: 1 SWS) Eigenstudium: 45 h
	Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Einführung in die Design of Experiments Methodik • Anwendung von Optimierungsverfahren (Struktur- und Topologieoptimierung, Mehrzieloptimierung, genetische Algorithmen) • Einführung in die parametrische Modellbeschreibung eines kommerziellen FE-Codes • FE-Berechnung verschiedener Fallstudien
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• Harzheim, L.: Strukturoptimierung - Grundlagen und Anwendungen. Verlag Harri Deutsch. 2008. • Christensen, P. W.; Klabring, A.: An Introduction to Structural Optimization. Springer Science and Business Media. 2009. • Kost, B.: Optimierung mit Evolutionsstrategien. Verlag Harri Deutsch. 2003. • Schumacher, A.: Optimierung mechanischer Strukturen - Grundlagen und industrielle Anwendungen. Springer. 2005 • Montgomery, D. C.: Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons Inc. 2012.

Modulbezeichnung engl.	<i>Electives</i>
Lehrveranstaltungen	Es ist <u>ein</u> Wahlpflichtmodul aus dem Modulkatalog der Masterstudiengänge der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik zu wählen. Modulkatalog Details siehe jeweilige Modulbeschreibung im Modulhandbuch des jeweiligen Studiengangs Master Maschinenbau Schwerpunkt „Digital Engineering“ ▪ C-L ▪ D-L ▪ H-L ▪ I-L Schwerpunkt „Leichtbau- und Faserverbundtechnologie“ ▪ C-D ▪ D-D ▪ H-D ▪ I-D Master Produktion Alle Module aus dem Masterstudiengang Produktion, die nicht zugleich Bestandteil des Masterstudiengangs Maschinenbau sind, können als Wahlpflichtmodule belegt werden. Master Umwelt- und Verfahrenstechnik Siehe Master Produktion Master Technologie-Management Module aus dem berufsbegleitenden Masterstudiengang Technologie-Management können als Modulstudium (kostenpflichtig) belegt und auf Antrag anerkannt werden.
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Sommersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, 2. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Wahlpflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studienganges. Gewählt werden kann ein Modul aus den Modulkatalogen sämtlicher Masterstudiengänge der Fakultät, soweit die Module nicht bereits als Pflichtmodule belegt waren.
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Entsprechend der gewählten Module.
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • ein ausgewähltes Fachgebiet in seiner Breite und Tiefe zu kennen. <u>Fertigkeiten:</u> • innerhalb des ausgewählten Fachgebiets auf Basis des angeeigneten Wissens geeignete Problemlösungen finden zu können. <u>Kompetenz:</u>

	• innerhalb des ausgewählten Fachgebiets eigenständig arbeiten und Verantwortung übernehmen zu können.
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.

Modul	_ G1: Objektorientiertes Programmieren und UI-Design
Modulbezeichnung engl.	<i>Object Oriented Programming and UI Design</i>
Lehrveranstaltungen	Objektorientiertes Programmieren
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Sommersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, 2. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Wahlpflichtmodul; es bildet im Idealfall wesentliche Grundlage für Auswahl und Bearbeitung eines Masterarbeits-Themas und ist zugleich Element der Profilbildung der individuellen Ingenieurpersönlichkeit.
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU:): 6 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 90 h (SU: 6 SWS) Eigenstudium: 90 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Vorkenntnisse einer prozeduralen Programmiersprache
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • Regeln und Grundlagen der objektorientierten Programmierung zu benennen. • Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion wiederzugeben. • Sensorik und User-Interface von Computern, Tablets und Wearables sowie deren Einsetzbarkeit im maschinenbaulichen Umfeld zu kennen. • Grundlagen des maschinellen Lernens zu nennen. • die Programmiersprache „Swift“ und Frameworks zur graphischen Interaktion bzw. dem maschinellen Lernen zu kennen. <u>Fertigkeiten:</u> • maschinenbauliche Probleme zu abstrahieren und in einen objektorientierten Algorithmus überführen. • Einsatzmöglichkeiten von modernen Benutzerschnittstellen im Bereich des Maschinenbaus zu verstehen und erklären. • Programme zum maschinellen Lernen aufzubauen und zu formulieren. <u>Kompetenz:</u> • ingenieurtechnische Programme für Rechner, Tablets und Wearables zu entwerfen und erstellen. • Nutzerschnittstellen zur Mensch-Maschine-Kommunikation zu entwickeln. • aktuelle Frameworks zum maschinellen Lernen in eigene Programme einzubinden.

Inhalt	• IT-Hardware im Maschinenbau • Grundzüge der objektorientierten Programmierung • Die Programmiersprache „Swift“ • Grundlagen des Designs von Benutzerschnittstellen • Maschinelles Lernen • Die Lösung klassischer, maschinenbaulicher Probleme mit Hilfe der objektorientierten Programmierung
Medienformen	Tafel, Daten-Projektor, Computer und iPad
Literatur	• Apple: iOS Human Interface Guidelines. • Sillmann, T.: Das Swift Handbuch. Hanser. • Manning, J.: Swift Development with Cocoa. O'Reilly. • Jacobsen, J. und Meyer, L.: Praxisbuch Usability und UX. Rheinwerk Computing. • Yablonski, J.: Laws of UX. O'Reilly. • Papp, S. und Weidinger, W.: Handbuch Data Science und KI. Hanser. • Skript

Modul	H-L: Ressourcen / Rohstoffe
Modulbezeichnung engl.	<i>Resources and Raw Materials</i>
Lehrveranstaltungen	Kreislaufwirtschaft / Recycling (H1-L) Recycling bei Faserverbunden (H2-L)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Sommersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Mesut Cetin
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, Schwerpunkt „Leichtbau- und Faserverbundtechnologie“, 2. Sem.
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studienschwerpunktes LFV. Studierende des Studienschwerpunktes DEN können das Modul als Wahlmodul G belegen.
Arbeitsaufwand	H1-L: 90 h H2-L: 90 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Sichere Beherrschung der üblichen Grundoperationen der mechanischen, thermischen und chemischen Verfahrenstechnik; Basiswissen in der Werkstoffkunde
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • die rechtlichen Rahmenbedingungen der Kreislaufwirtschaft einzuordnen. • die Recyclingeigenschaften unterschiedlicher Materialien und verschiedene Recyclingverfahren zu beschreiben. • Kreislaufwirtschaft aus unterschiedlichen Standpunkten zu skizzieren. <u>Fertigkeiten:</u> • Zusammenhänge der Recyclingtechnik/Kreislaufwirtschaft unter nicht-idealen bzw. realen Rahmenbedingungen auf technische Fragestellungen zu übertragen. • Recyclingprozess für unterschiedliche Materialien zu entwickeln. <u>Kompetenzen:</u> • Prozesse der Recyclingtechnik/Kreislaufwirtschaft unter nicht-idealen bzw. realen Rahmenbedingungen technisch, ökologisch und rechtlich zu beurteilen. • wissenschaftlich fundierte Entscheidungen im Feld der Kreislaufwirtschaft hervorzubringen, auch auf der Grundlage unvollständiger oder begrenzter Informationen.
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.

Lehrveranstaltung	H1-L: Kreislaufwirtschaft / Recycling
Zuordnung zum Modul	H-L
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Mesut Cetin, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rommel
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Geschichte und Entwicklung der Kreislaufwirtschaft • Rahmenbedingungen der Kreislaufwirtschaft • Abfallvermeidung und Wiederverwertung • Sammlung und Erfassung von Abfällen und Sekundärmaterial • Sortier- und Aufbereitungstechnik • Recycling unterschiedlicher Abfallfraktionen (z. B. Bioabfall, Bauabfälle, Elektroaltgeräte, Altfahrzeuge, Verpackungen, etc.) • Ökologische Bewertung und Relevanz der unterschiedlichen Verfahren • Zukunft der Kreislaufwirtschaft: Circular Economy
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Moodle-Kurs, Skript
Literatur	• Kranert, M. (Hrsg.): Einführung in die Kreislaufwirtschaft, Springer Vieweg Verlag, 5. Auflage, Wiesbaden 2018. • Kurth, P.; Oexle, A.; Faulstich, M. (Hrsg.): Praxishandbuch der Kreislauf- und Rohstoffwirtschaft, Springer Vieweg, 1. Auflage, Wiesbaden 2018. • Martens, H.; Goldmann, D.: Recyclingtechnik. Springer Vieweg Verlag, 2. Auflage, Wiesbaden 2016.

Lehrveranstaltung H2-L: Recycling bei Faserverbunden	
Zuordnung zum Modul	H-L
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Mesut Cetin
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA), Praktikum (Pr): 3 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 45 h (SU: 2 SWS, TA, Pr: 1 SWS) Eigenstudium: 45 h Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Recycling - Recyclingverfahren - Rezyklate, Halbzeuge und Reinfiltration - Anwendungsfelder für Rezyklate • Verwertung - Verwertung von EoL-CFK in Kraftwerken (Verbrennungs. Und kraftwerkstechnische Grundlagen, Feuerungssysteme, Anlagentechnik) - Verwertung von EoL-CFK im Hochofen - Verwertung von EoL-CFK im Zementwerk - Verwertung im Carbidprozess • Beseitigung • Beispiele für Recycling-Prozesse (Windkraftanlagen, Fahrzeuge, Fluggeräte)
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Moodle-Kurs, Skript
Literatur	Skript und Folien

Modul	H-D: Fluidmechanik / CFD
Modulbezeichnung engl.	<i>Advanced Analytical and Computational Fluid Mechanics</i>
Lehrveranstaltungen	Fluidmechanik (H1-D) Computational Fluid Dynamics (H2-D)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Sommersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Alexandra Jördening
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, Schwerpunkt „Digital Engineering“, 2. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studienschwerpunktes DEN. Studierende des Studienschwerpunktes LFV können das Modul als Wahlmodul G belegen.
Arbeitsaufwand	H1-D: 60 h H2-D: 120 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen der Strömungsmechanik, numerischen Mathematik, Thermodynamik/Wärmeübertragung
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • die Aussagen der strömungsmechanischen Bilanzgleichungen wiederzugeben. • die Zusammenhänge der Disziplinen Strömungsmechanik, Physik und numerische Mathematik in der numerischen Strömungssimulation zu verstehen. <u>Fertigkeiten:</u> • strömungsmechanische Aufgabenstellungen zu abstrahieren, in numerische Berechnungsmodelle zu transferieren und mathematisch zu lösen. • das Zusammenwirken der Fluidmechanik, Physik und numerischen Mathematik in praktischen Anwendungsfällen zu erkennen. <u>Kompetenzen:</u> • an komplexe Aufgabenstellungen der Fluidodynamik methodisch heranzugehen. • den digitalen Workflow einer numerischen Strömungssimulation wiederzugeben. • Ergebnisse strömungsmechanischer Berechnungen auf Basis numerischer Verfahren zu beurteilen, darzustellen und zu kommunizieren. • Optimierungen für strömungsmechanische Fragestellungen abzuleiten.

Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.
--	--

Lehrveranstaltung H1-D: Fluidmechanik	
Zuordnung zum Modul	H-D
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Alexandra Jördening
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 30 h (SU, TA: 2 SWS) Eigenstudium: 30 h
	Gesamtaufwand: 60 h
Inhalt	• Strömungsmechanische Grundlagen • Mathematische Beschreibung von Strömungen • Klassifizierung der Gleichungen • Rand- und Anfangsbedingungen • Numerische Verfahren zur Lösung der Gleichungssysteme • Fehlerabschätzung bei numerischen Verfahren
Medienformen	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript
Literatur	• Cebeci, T. et al.: Computational Fluid Dynamics for Engineers. Springer, 2005. • Ferziger, J. H.; Peric, M.: Numerische Strömungsmechanik. Springer, 2008. • Griebel, M.; Dornseifer, T.; Neunhoffer, T.: Numerische Simulation in der Strömungsmechanik. Vieweg, 1995. • Oertel, H.; Laurien, E.: Numerische Strömungsmechanik. Vieweg, 2003. • Tu, J.; Yeoh, G. H.; Liu, C.: Computational Fluid Dynamics – A Practical Approach. Butterworth-Heinemann, 2007. • Wendt, J.: Computational Fluid Dynamics – An Introduction (A VKI book). Springer, 1995.

Lehrveranstaltung H2-D: Computational Fluid Dynamics	
Zuordnung zum Modul	H-D
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Alexandra Jördening
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA), Praktikum (Pr): 4 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 60 h (SU: 2 SWS; TA, Pr: 2 SWS) Eigenstudium: 60 h
	Gesamtaufwand: 90 h
Inhalt	• Einsatzmöglichkeiten von CFD • Geometrische Darstellung des Strömungsraumes • Gittergenerierung und Diskretisierung • Turbulenzmodellierung • Analyse der Ergebnisse • Fehlerquellen und Qualitätssicherung • Praktische Anwendung
Medienformen	Präsentation von Tutorials mit Laptop/Beamer, Skript
Literatur	• Skripte zur Veranstaltung, Stand 2020 • N.N.: Handbücher ANSYS-CFX, online in ANSYS verfügbar

Modul	I-L: Vertiefung
Modulbezeichnung engl.	<i>In-Depth Module</i>
Lehrveranstaltungen	Es ist <u>eines</u> der folgenden Vertiefungsmodule zu wählen: • Kraftfahrzeugstrukturen (I1-L) • Luft- und Raumfahrtstrukturen (I2-L)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Sommersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, Schwerpunkt „Leichtbau- und Faserverbundtechnologie“, 2. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil der Vertiefungsrichtung LFV. Studierende des Studienschwerpunktes DEN können das Modul als Wahlmodul G belegen.
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU), Übung (Ü), Exkursion (Ex)
Arbeitsaufwand	Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • ein spezielles Fachgebiet des Leichtbaus vertieft zu kennen. <u>Fertigkeiten:</u> • spezielle Leichtbaukonstruktionen entwerfen, designen und berechnen zu können. <u>Kompetenz:</u> • vertieftes Methodenwissen für spezielle Leichtbaustrukturen anwenden zu können.

Vertiefungsmodul I1-L: Kraftfahrzeugstrukturen	
Bezeichnung engl.	<i>Automotive Structures</i>
Zuordnung zum Modul	I-L
Dozent(in)	Dipl.-Ing. Gundolf Kopp
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU) mit Übung (Ü): 2 SWS Projektarbeit (PA) Präsentation (Präs)
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 30 h (SU, Ü: 2 SWS) Eigenstudium: 150 h Gesamtaufwand: 180 h
Empfohlene Voraussetzungen	CAD-Kenntnisse, FEM-Kenntnisse, Kenntnisse zu metallischen und zu Faserverbundwerkstoffen
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Vertiefungsmodul I1 besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • die Komponenten / Strukturen eines Kraftfahrzeuges sowie deren Funktionen zu benennen. • die Anforderungen an die Komponenten / Strukturen eines Kraftfahrzeuges aufzuführen. • die Herangehensweisen zum Leichtbau bei Kraftfahrzeugen zuzuordnen. <u>Fertigkeiten:</u> • Kraftfahrzeugstrukturen zu entwerfen. • Leichtbaumaterialien für den Einsatz im Fahrzeugbau auszuwählen. • Methoden des Leichtbaus individuell und zielgerichtet einzusetzen. <u>Kompetenzen:</u> • konzeptionelle Entwürfe und Konstruktionen für Fahrzeugstrukturen und Fahrzeugkomponenten zu erstellen. • unterschiedliche Leichtbaumaterialien für den Einsatz im Kraftfahrzeugbau zu bewerten und zu vergleichen. • wissenschaftlich fundierte Entscheidungen – auch auf Basis von eingeschränkten Informationen – zu treffen.
Inhalt	• Überblick und grundsätzliche Informationen • Anforderungen an Kraftfahrzeuge und an Fahrzeugstrukturen • Strategien des Leichtbaus • Methodik der Leichtbaukonstruktionen • Konstruktionsmethodik der Rohkarosserie („Body in White“, BIW) • Beispiele für Rohkarosserien in Serienfahrzeugen und bei Prototypen bzw. Versuchsträgern • Fahrgestellstrukturen • Werkstoffe bei Kraftfahrzeugstrukturen <u>Studentisches Gruppenprojekt:</u> • Konzeptioneller Entwurf eines Fahrzeugmoduls (z.B. Frontpartie) in Leichtbauausführung • CAD-Konstruktion, Simulation der statischen Lasten (z.B. Torsionsbelastung) • Einarbeitung zusätzlicher, relevanter Randbedingungen (z.B. Fertigungsprozess, Fügetechnologien etc.) • Präsentation der Ergebnisse
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.

Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• Malen, D. E.: Fundamentals of Automobile Structure Design. SAE International. 2011. • Seiffert, U.; Braess, H.-H.: Handbook of Automotive Engineering. Vieweg. 2005. • Brain, C.; Grant, P.; Johnston, C.: Automotive Engineering: Lightweight, Functional and Novel Materials. Taylor & Francis Group. 2008.

Vertiefungsmodul	I2-L: Luft- und Raumfahrtstrukturen
Bezeichnung engl.	<i>Aerospace Structures</i>
Zuordnung zum Modul	I-L
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Max Wedekind
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU) mit Übung (Ü): 4 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 60 h (SU: 3 SWS, Ü: 1 SWS) Eigenstudium: 120 h Gesamtaufwand: 180 h
Empfohlene Voraussetzungen	Übergreifende Kenntnisse auf dem Niveau eines Bachelorstudienganges Maschinenbau, Kenntnisse zu metallischen und zu Faserverbundwerkstoffen
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Vertiefungsmodul I2 besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • grundlegende Anforderungen an Luft- und Raumfahrtstrukturen zu benennen. • grundlegende Methoden und Konzepte für die Entwicklung von Strukturen zu kennen. • Werkstoffe und korrespondierende Fertigungsverfahren basierend auf diversen Anforderungen zu selektieren. • Methoden zur Dimensionierung und Berechnung von Sicherheiten aufzuzählen. • den Entwicklungs- und Herstellungsprozess von Luftfahrtstrukturen zu verstehen. <u>Fertigkeiten:</u> • die anwendungsspezifischen Anforderungen von Luft- und Raumfahrtstrukturen zu überblicken. • Werkstoffe und deren anwendungsgerechten Einsatz in Leichtbaustrukturen zu selektieren. <u>Kompetenzen:</u> • Leichtbaustrukturen in Luft- und Raumfahrt entwerfen zu können.
Inhalt	• Grundsätzliche Anforderungen an ein Luft- und Raumfahrzeug • Überblick über die Entwurfsprinzipien • Vorstellung der Werkstoffe und der Fertigungsverfahren bei modernen Luftfahrzeugstrukturen • Einführung in die Methoden zur Bewertung von Luft- und Raumfahrtstrukturen • Entwurf- und Fertigungsverfahren von Luft- und Raumfahrtstrukturen
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer
Literatur	• Chung-Yung Niu, M.: Airframe Structural Design. Adaso/Adastra Engineering Center. • Chung-Yung Niu, M.: Airframe Stress Analysis & Sizing. Adaso/Adastra Engineering Center. • Chung-Yung Niu, M.: Composite Airframe Structures. Adaso/Adastra Engineering Center. • Christos Kassapoglou: Design and Analysis of Composite Structures; AIAA Education Series

-
- Daniel Ramer: Aircraft Design: A Conceptual Approach; AIAA Educational Series
-

Modul	I-D: Embedded Systems
Modulbezeichnung engl.	<i>Embedded Systems</i>
Lehrveranstaltungen	Sensoren (I1-D) Embedded Programmierung (I2-D)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Sommersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Kurze
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, Schwerpunkt „Digital Engineering“, 2. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil der Vertiefungsrichtung DEN. Studierende des Studienschwerpunktes LFV können das Modul als Wahlmodul G belegen.
Arbeitsaufwand	I1-D: 60 h I2-D: 120 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Informatik-Grundlagen, C/C++-Programmierung, Mess- und Regelungstechnik 1 und 2 insb. Kenntnisse Zustandsraum
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, Kenntnisse: • verbreitete eingebettete Sensoren zu benennen. • Algorithmen zur Zustandsschätzung und Datenfusion zu benennen. • Aufgaben und Funktion eines embedded Betriebssystems darzustellen. • Methoden zur Aufgabenaufteilung aufzuzählen. • Kommunikationsschnittstellen von Embedded Controllern zu benennen. Fertigkeiten: • die Funktionsweise eines Analog/Digitalwandlers zu erläutern. • die Funktionsweise eines Zustandsschätzers zu erläutern. • ein geeignetes Betriebssystem für eine gegebene Anwendung auszuwählen. • Aufgaben eines Embedded Controllers in geeigneter Form zu organisieren, aufzuteilen und zu synchronisieren. Kompetenzen: • Sensordaten in einem Embedded Controller zu verarbeiten. • Algorithmen zur Zustandsschätzung und Datenfusion auszulegen und zu implementieren. • Embedded Systeme auszulegen. • Embedded Controller zu programmieren.
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der

Lehrveranstaltung I1-D: Sensoren	
Zuordnung zum Modul	I-D
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthias Kurze
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 30 h (SU, TA: 2 SWS) Eigenstudium: 30 h Gesamtaufwand: 60 h
Empfohlene Voraussetzungen	Informatik-Grundlagen, C/C++-Programmierung, Mess- und Regelungstechnik 1 und 2 insb. Kenntnisse Zustandsraum
Inhalt	• Überblick Embedded Sensoren • Sensordaten-Verarbeitung: Abtastung und Analog-Digital Wandlung • Überblick Stochastische Systeme • Zustandsschätzer für stochastische Systeme • Anwendungen zur Sensordatenfusion und verteilten Schätzung
Medienformen	Skript zur Vorlesung, Präsentation mit Laptop/Beamer, Matlab/Simulink Beispiele zur Zustandsschätzung
Literatur	• Berns, K.; Schürmann, R.; Trapp, M.: Eingebettete Systeme: Systemgrundlagen und Entwicklung eingebetteter Software. Springer-Vieweg 2010. • Grewal, M.S.; Andrews, A.P.: Kalman-Filtering Theory and Practice Using Matlab. Wiley and Sons 2015. • Marchthaler, R.; Dingler, S.: Kalman-Filter Einführung in die Zustandsschätzung und ihre Anwendung für eingebettete Systeme. Springer-Vieweg 2017.

Lehrveranstaltung	I2-D: Embedded Programmierung
Zuordnung zum Modul	I-D
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthias Kurze
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/	Seminaristischer Unterricht (SU) mit Übung (Ü), Praktikum (Pr.): 4 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 60 h (SU: 2 SWS, Ü: 1 SWS, Pr.: 1 SWS) Eigenstudium: 60 h Gesamtaufwand: 120 h
Empfohlene Voraussetzungen	Informatik-Grundlagen, C/C++-Programmierung, Grundlagen der Mess- und Regelungstechnik
Inhalt	• Kurzeinführung in C-Programmierung • Architektur von Embedded Controllern • Betriebssysteme Überblick und Aufgaben, Echtzeitbetriebssysteme • Bedeutung und Umgang mit der Zeit in Embedded Systemen: Ereignis vs. Zeitsteuerung • Aufgabenaufteilung in Embedded Systemen: Nebenläufigkeit (Multithreading), Prozesskommunikation und Synchronisation • Kommunikation/Schnittstellen/Bussysteme • Watchdog • Programmierung von Embedded Controllern am Beispiel Cortex ARM M3/M4 Familie, Simulationsbasierte Entwicklung • Developer Board. Einlesen, Ansteuern, Autocode (Control/Data Fusion)
Medienformen	Skript zur Vorlesung, Präsentation mit Laptop/Beamer
Literatur	• Berns, K.; Schürmann, R.; Trapp, M.: Eingebettete Systeme: Systemgrundlagen und Entwicklung eingebetteter Software. Springer-Vieweg 2010. • Asche, R.R.: Embedded Controller: Grundlagen und praktische Umsetzung für industrielle Anwendungen. Springer-Vieweg 2016. • Meroth, A.; Sora, P.: Sensornetzwerke in Theorie und Praxis: Embedded Systems Projekte erfolgreich realisieren. Springer-Vieweg 2018.

Modul	K: Sozialkompetenz / Gruppenprojekt
Modulbezeichnung engl.	<i>Social Skills and Group Project</i>
Lehrveranstaltungen	Digitale Arbeitstechniken (K1) Interkulturelle Kommunikation (K2) Kollaborative Woche (K3)
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Sommersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, 2. Semester
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs.
Arbeitsaufwand	Digitale Arbeitstechniken (K1): 45 h Interkulturelle Kommunikation (K2): 60 h Kollaborative Woche (K3): 75 h Gesamtaufwand: 180 h
Credit Points (CP)	6
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Keine
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage, <u>Kenntnisse:</u> • die Grundsätze und Konzepte verschiedener Kulturen zu benennen. • interdisziplinäre, industrierelevante Fragestellungen mit wissenschaftlichen Methoden anzugehen. • sich an einer strukturierten und koordinierten Teamarbeit in fortgeschrittener Weise zu beteiligen. <u>Fertigkeiten:</u> • die wesentlichen Aspekte interkultureller Missverständnisse zu bewerten. • problemgerechte Lösungsansätze auszuwählen und anzuwenden. • industrierelevante Fragestellungen des Ingenieurwesens im Team zu bearbeiten und dabei die neu erworbenen Kenntnisse des 1. Semesters einzubringen. <u>Kompetenzen:</u> • Strategien zu entwickeln, um sich mit Menschen aus anderen Kulturkreisen auszutauschen und mit deren Mentalitäten umzugehen. • mit Ingenieuren verschiedener Disziplinen im Team zu arbeiten. • sämtliche Aspekte eines Ingenieurprojektes, vom Konzept bis zur Ablieferung, zu beurteilen und dabei die Kenntnisse des bisherigen Studienverlaufs aktiv zu nutzen.
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.

Lehrveranstaltung	K1: Digitale Arbeitstechniken
Zuordnung zum Modul	K
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 30 h (TA: 2 SWS) Eigenstudium: 15 h Gesamtaufwand: 45 h
Inhalt	• Wiederholung der Vorgehensweisen zur Lösung ingenieurtechnischer Probleme • Vorstellung von Werkzeugen zur Koordinierung und Zusammenarbeit von Arbeitsgruppen. • Einführung in und Vorstellung der Projekte zur kollaborativen Woche. • Programmieren in der Programmiersprache C (Grundlagen für Studierende im ersten Fachsemester, Fortgeschrittene Techniken für Studierende im zweiten Fachsemester). • Anwendung moderner IDEs wie VisualStudio oder XCode
Medienformen	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• Miller, J.: Getting Started with Slack. amazon.com Services LLC • Hubbard, M.; Bailey, M.J.: Mastering Microsoft Teams. Apress. • Mark, D.: Learn C on the Mac. Apress / Springer. New York. • Kernighan, Brian W.; Ritchie, Dennis M.: The C Programming Language – Second Edition. Prentice Hall Software Series. • Die Programmiersprache C. Ein Nachschlagewerk. Buch des Regionalen Rechenzentrums für Niedersachsen. • UNIX. Eine Einführung in die Benutzung. Buch des Regionalen Rechenzentrums für Niedersachsen.

Lehrveranstaltung K2: Interkulturelle Kommunikation	
Zuordnung zum Modul	K
Dozent(in)	Dr. rer. pol. Brigitte Eisele
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 30 h (SU, TA: 2 SWS) Eigenstudium: 30 h Gesamtaufwand: 60 h
Inhalt	• Definition und Konzept des Begriffs „Kultur“ • Bewusstsein hinsichtlich der Wichtigkeit von „Kultur“ in unserer Wahrnehmung, Interpretation, unserem Verhalten und unserer Einstellung • Unsere eigene Kultur, unsere Werte und unsere Überzeugungen • Kernpunkte interkultureller Missverständnisse (z.B. Umgang mit Zeit, Normen, Zuverlässigkeit, Gefühlen) • Strategien zum Umgang mit interkulturellen Missverständnissen und Konflikten • Übungen, Rollenspiele, kritische Zwischenfälle
Medienformen	Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
Literatur	• Agar, M.: The Intercultural Frame. In: J. Intercultural Rel. Vol. 19 No. 2. pp. 221-327. 1994. • Eckert, S.: Intercultural Communication. Thomson South-Western. USA. 2006. • Pdsiadlowski, A.: Interkulturelle Kommunikation und Zusammenarbeit. Franz Vahlen. • Fitzsimons, C. J.; Hoffmann, H.-E.; Schoper, Y.-G. (Hrsg.): Internationales Projektmanagement. dtv.

Lehrveranstaltung K3: Kollaborative Woche	
Zuordnung zum Modul	K
Dozent(in)	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel und Projektbetreuer(innen)
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 2 SWS
Arbeitsaufwand	Präsenzunterricht: 30 h (SU, TA: 2 SWS) Eigenstudium: 45 h Gesamtaufwand: 75 h
Inhalt	• Projektarbeit an einer anwendungsbezogenen, ingenieurwissenschaftlichen Fragestellung aus dem Bereich des Maschinenbaus, der Umwelt-/Verfahrenstechnik oder einem verwandten Bereich. • Präsenzanteil findet in einem zusammenhängenden, mehrtägigen Zeitraum - gemeinsam mit dem Projektbetreuer/der Projektbetreuerin statt. • Abschlusskolloquium, bei welchem das studentische Team seine Aufgabenstellung und die gesamte Bearbeitung des Projektes vor einer Gruppe von Prüfer(inne)n präsentiert. • Programmieren in der Programmiersprache C • Anwendung moderner IDEs wie VisualStudio oder Xcode
Medienformen	Projektabhängige Medienformen
Literatur	• Gareis, R.; Stummer, M.: Prozesse und Projekte. Manz. • Schelle, H.: Projekte zum Erfolg führen. Dt. Taschenbuch. • Mark, D.: Learn C on the Mac. Apress / Springer. New York. • Kernighan, Brian W.; Ritchie, Dennis M.: The C Programming Language – Second Edition. Prentice Hall Software Series. • Die Programmiersprache C. Ein Nachschlagewerk. Buch des Regionalen Rechenzentrums für Niedersachsen. • UNIX. Eine Einführung in die Benutzung. Buch des Regionalen Rechenzentrums für Niedersachsen.

Modul	L: Masterarbeit
Modulbezeichnung engl.	<i>Master Thesis</i>
Dauer / Angebot	ein Semester, jeweils im Winter- bzw. Sommersemester
Modulverantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Schlägel
Dozent(in)	Dozent(inn)en der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik. Mindestens eine(r) der Prüfer(innen) muss Professor(in) an der genannten Fakultät der Technischen Hochschule Augsburg sein.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum	Masterstudiengang „Maschinenbau“, 3. Semester (Teilzeit-Studium: 5. und 6. Semester)
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist ein Pflichtmodul; es ist zentraler Bestandteil des Studiengangs und wesentliches Element der Profilbildung der individuellen Ingenieurpersönlichkeit.
Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden	Masterarbeit Masterkolloquium
Arbeitsaufwand	900 h
Credit Points (CP)	30
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	Die Ausgabe des Themas der Masterarbeit erfolgt in der Regel zu Beginn des 3. Studiensemesters. Die Zulassungsvoraussetzungen lt. Studien- und Prüfungsordnung sind zu beachten!
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Angestrebte Lernergebnisse	Nachdem Studierende die Abschlussarbeit absolviert haben, sind sie in der Lage, ein komplexes praxisbezogenes Thema aus dem Gebiet des Maschinenbaus selbstständig auf wissenschaftlicher Grundlage methodisch zu bearbeiten und den Lösungsweg sowie die Ergebnisse zu dokumentieren.
Inhalt	• Analyse der Aufgabenstellung • Verfassen einer Kurzzusammenfassung • Festlegung der Arbeitsschritte • Strukturierung der Aufgabe in einzelne Arbeitsschritte • Permanente Überprüfung des Arbeitsfortschrittes • Wissenschaftliche Quellenarbeit • Strukturierung und Aufbau der Dokumentation • Präsentationstechniken
Studien- und Prüfungsleistungen	Siehe Studien- und Prüfungsordnung sowie jeweils aktuelle Fassung des Studienplans; die Benotung erfolgt gemäß § 20 der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der THA in der jeweils gültigen Fassung.
Medienformen	Themen- bzw. projektabhängig
Literatur	• Stickel-Wolf, C.; Wolf., C.: Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken. Erfolgreich studieren - gewusst wie! Springer Gabler. 2022.

-
- Kornmeier, W.: Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht. UTB. Stuttgart 2011.
 - Balzert, H.; Schäfer, C.; Schröder, M.; Kern, U.: Wissenschaftliches Arbeiten - Wissenschaft, Quellen, Artefakte, Organisation, Präsentation. W3L. 2008.
 - Entsprechend Empfehlungen des/r Betreuers/in.
 - Selbst gewählte Literatur, entsprechend der Aufgabenstellung.
-