



BEUTH HOCHSCHULE
FÜR TECHNIK
BERLIN

University of Applied Sciences

Modulhandbuch

für den Master-Studiengang
Mathematik – Computational Engineering
des Fachbereichs II
der Beuth Hochschule für Technik Berlin

Gesamtansprechpartner/in:Prof. Dr. Kay-Uwe Kasch (Dekan), fb2@beuth-hochschule.de**Gesamtansprechpartner/in:**Prof. Dr. Norbert Kalus (Studiengangsleiter), kalus@beuth-hochschule.de**Inhaltsverzeichnis**

Module MA Mathematik – Computational Engineering

Modulnummer	Modulname	Koordinator/in
M01	Partielle Differenzialgleichungen: Numerik und Simulation	Haußer
M02	Höhere Festigkeitslehre	Villwock
M03	Computeralgebra-Software und Modellierung	Kalus
M04	CAX-Prozesskettenprojekt	Lackmann
M05	Numerische Verfahren in der Simulation von Mehrkörpersystemen	Estévez Schwarz
M06	Studium Generale I	FB I
M07	Studium Generale II	FB I
M08	Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden	Kalus
M09	Methoden der Optimierung	Winter
M10	FEM - Multiphysik und Bewertungsmethoden	Bode
M11	Geometrisches Modellieren im CAD	Wagner
M12	Wahlpflichtmodul I	Kalus
M13	Wahlpflichtmodul II	Kalus
M14	Abschlussprüfung	Kalus
Wahlpflichtmodule		
WP01	Computational Acoustics	Ochmann
WP02	System- und Regelungstechnik	Keutner
WP03	Computational Fluid Dynamics	Bartsch
WP04	Modellierung und Simulation technischer Systeme	Bartsch
WP05	Methoden der mathematischen Modellierung	Luchko
WP06	Parametrische 3D-Konstruktion	Pries
WP07	CAX-Anwendungsprogrammierung	Wagner
WP08	Softwaretechnik	Pries

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M01
Titel	Partielle Differentialgleichungen: Numerik und Simulation/ Partial Differential Equations: Numerics and Simulation
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (2 SWS Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen die wichtigsten numerischen Verfahren zur approximativen Lösung der drei Haupttypen von partiellen Differentialgleichungen in technischen Anwendungen: elliptische, parabolische und hyperbolische partielle Differentialgleichungen. Sie kennen die Vor- bzw. Nachteile einzelner Verfahren und können für einfache Beispielanwendungen die entsprechenden Algorithmen in einer Software für wissenschaftliches Rechnen implementieren. Die Studierenden können die erhaltenen numerischen Lösungen interpretieren und kennen Methoden, um die Güte der Approximation abzuschätzen.
Voraussetzungen	Empfehlung: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (Bachelorstudium)
Niveaustufe	1. Studienplansemester Master
Lernform	Seminaristischer Unterricht, Übung, Projektarbeit
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Klausur + Programmierprojekt mit schriftlichem Bericht als modulbegleitende Leistung. In diesem Fall werden bei bestandener Klausur die Teilleistungen folgendermaßen gewichtet: 70% Klausur + 30% modulbegleitende Leistung. Wird die Klausur nicht bestanden, so lautet die Modulnote 5,0. Für die modulbegleitende Leistung gibt es kein zweites Prüfungsangebot.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	Einführung einer Software für wissenschaftliches Rechnen Einführung der Grundbegriffe anhand von Finite-Differenzen-Verfahren <ul style="list-style-type: none"> - Räumliche Diskretisierung - explizite und implizite Zeitintegration - Konvergenz, Fehlerordnung, Stabilität - Lineare versus nichtlineare Probleme Finite- Elemente-Methode <ul style="list-style-type: none"> - Schwache Formulierung und Variationsformulierung von elliptischen Randwertproblemen; - Galerkin-Methode, Ansatzräume, Finite-Elemente-Diskretisierung, Assemblierung von Systemmatrizen - instationäre Probleme - Fehlerschätzung und h-p-Adaptivität Finite-Volumen-Methode <ul style="list-style-type: none"> - Erhaltungsform (Integralform) einer PDE - Kontrollvolumina und Finite-Volumen-Diskretisierung

	<p>Überblick über Lösungsverfahren für große dünnbesetzte lineare Gleichungssysteme</p> <p>Implementierung von einfachen Anwendungsbeispielen, Visualisierung und Interpretation der numerischen Lösungen</p>
Literatur	<p>Christian Grossmann, Hans.Görg Roos, Martin Stynes: Numerical Treatment of Partial Differential Equations</p> <p>Michael Jung, Ulrich Langer: Methode der finiten Elemente für Ingenieure</p> <p>Knabner und Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen</p> <p>Larsson Thomee: Partielle Differentialgleichungen und numerische Methoden (Springer)</p> <p>Dahmen, Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler (Springer)</p> <p>Coleman: An Introduction to Partial differential equations with MATLAB (Chapman Hall 2005)</p> <p>Strang, G.: Wissenschaftliches Rechnen (Springer)</p>
Weitere Hinweise	<p>Dieses Modul kann auf Deutsch oder Englisch angeboten werden. Bitte beachten Sie die aktuellen Informationen aus dem zuständigen Fachbereich.</p>

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M02
Titel	Höhere Festigkeitslehre/ Advanced Strength of Materials
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Seminaristischer Unterricht) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachübergreifende Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen die wesentlichen Konzepte der Kontinuumsmechanik zur Ermittlung der Spannungen und Verformungen fester und flüssiger Körper. Sie haben ein Verständnis für die Grundlagen numerischer Näherungsverfahren und können darauf aufbauend Problemstellungen analysieren und berechnen. Sie können mit den zugehörigen mathematischen Methoden (fachabhängig: Tensorkalkül, partielle Differentialgleichungen) umgehen. Sie besitzen die Fähigkeit, sich in der kontinuumsmechanischen Literatur weiter vertiefen zu können.
Voraussetzungen	Empfehlung: Elastostatik (Bachelorstudium)
Niveaustufe	1. Studienplansemester Master
Lernform	Seminaristischer Unterricht
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Klausur.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	Tensoralgebra, und Tensoranalysis, Lagrangesche und Eulersche Beschreibung mit physikalischen Anwendungen, Bilanzen in starker und schwacher Formulierung, Lineare Elastizitätstheorie, Flächentragwerke (Scheiben, Platten, Schalen), Viskoelastizität und Plastizität, Große Verformungen, Nichtklassisches Materialverhalten (Plastizität, Rheologie).
Literatur	Gross/Hauger/Schnell/Wriggers, Technische Mechanik 4, Springer Göldner, Lehrbuch Höhere Festigkeitslehre 1, 2, Fachbuchverlag Leipzig Altenbach/Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Teubner
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M03
Titel	Computeralgebra-Software und Modellierung/ Computer Algebra: Software and Modeling
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachübergreifende Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden können die ausgewählte Computeralgebra-Software zur Lösung von analytisch-algebraischen Problemstellungen aus der Mathematik und dem Ingenieurwesen einsetzen. Sie sind in der Lage, Berechnungen und Simulationen durchzuführen und die erhaltenen Lösungen zu visualisieren. Die drei Haupttypen partieller Differentialgleichungen – elliptische, parabolische und hyperbolische – können im Bezug auf ihre mathematischen Eigenschaften und in Bezug auf die mit ihnen modellierten Phänomene sicher unterschieden werden.
Voraussetzungen	Empfehlung: Grundkenntnisse in Linearer Algebra und Analysis (Bachelorstudium)
Niveaustufe	1. Studienplansemester Master
Lernform	Übung, Laborübung, Projektarbeit im Labor
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	Computeralgebra-Software (aktuell Mathematica): Application based introduction (Linear algebra, calculus 1D to nD, differential equations) and elements of programming in Mathematica (list programming, Iteration, nesting, programming paradigms in Mathematica, writing packages) Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen (unter Einsatz von Computeralgebra-Software): Bilanzgleichungen und konstitutive Gesetze, Klassifikation von partiellen Differentialgleichungen 2.Ordnung, unterschiedliche Typen von Anfangs- und Randbedingungen und ihre Interpretation. Herleitung von Modellgleichungen und Analyse der wesentlichen Eigenschaften der Lösungen, analytische/algebraische Lösungsmethoden
Literatur	Übungsunterlagen / Kursmaterialien und aktuelle Literatur werden von den jeweiligen Dozenten angegeben. Kofler M., Mathematica, Addison-Wesley. Wolfram S., The Mathematica Book, Cambridge University. Strampp M; Ganzha V., Differentialgleichungen mit Mathematica, Vieweg Basmadjian, Farnood: The Art of Modelling in Science and Engineering with Mathematica, Chapman & Hall. Kythe, P. K.; Puri, P, Schäferkötter, M.R.: Partial Differential Equations and Boundary Problems with Mathematica, Chapman & Hall/CRC.
Weitere Hinweise	Dieses Modul kann auf Deutsch oder Englisch angeboten werden.

	Bitte beachten Sie die aktuellen Informationen aus dem zuständigen Fachbereich.
--	---

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M04
Titel	CAX-Prozesskettenprojekt/ CAX Process Chain [Project]
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	<p>Die Studierenden können selbstständig mit einem Solid-Modeler arbeiten, sie können selbstständig die kinematischen und kinetischen Abläufe des Aggregates analysieren und anschließend eine Strukturanalyse mit FEM (für Bauteile und Baugruppen) durchführen und bewerten, sie beherrschen die komplexe Funktionsweise des Aggregates.</p> <p>Die Studierenden besitzen spezielle Fachkompetenzen wie Konstruktionskompetenz, Berechnungskompetenz, Kompetenz in Physik, Motorenkompetenz, Fertigungskompetenz.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig in einem Projekt im Team zu arbeiten und die Ergebnisse sicher zu präsentieren.</p> <p>Sie besitzen Teamkompetenz und die Fähigkeit die Kompetenz andere Teammitglieder anzuerkennen.</p>
Voraussetzungen	Empfehlung: Grundkenntnisse in Mathematik, Mechanik, Finite Elemente Methode (Bachelorstudium)
Niveaustufe	1. Studienplansemester Master
Lernform	Übung, Projektarbeit (mit Software) im Labor in Gruppen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: 50% Projektdokumentation des Teams mit Rücksprache + 50% Klausur. Für die modulbegleitende Leistung gibt es kein zweites Prüfungsangebot. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung bzw. für die Wirksamkeit der Modulnote: Anwesenheit bei allen Labor-/Übungsterminen.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	<p>Virtuelle Simulation der Prozesskette, bestehend aus CAD (Solid Modeling, Baugruppen), CAE (Kinematik, Kinetik), CAM mit Bauteilfertigung, z. B. am Beispiel eines Wankelmotors, Kurbelschlaufenmotors, Boxers, Reihenmotors oder Kolbenverdichters, Strömungsmaschine. Welches Aggregat gebaut werden soll, wird am Tag der ersten Übung festgelegt. Jedes Team versteht sich als "Ingenieurbüro", das einen Auftrag zur virtuellen Simulation einschließlich Dokumentation, Präsentation und Diskussion zu erledigen hat.</p> <p>Strukturanalyse bzw. Strukturdynamik an Bauteilen und Baugruppen, virtuelle Funktionstests, Bearbeitung von Teilaufgaben z.B. mit ANSYS, NASTRAN, CREO, SIMULATE, MECHANICA.</p>
Literatur	Übungsunterlagen / Kursmaterialien (Tutorien) und aktuelle Literatur werden vom jeweiligen Dozenten angegeben.
Weitere Hinweise	Dieses Modul kann auf Deutsch oder Englisch angeboten werden. Bitte beachten Sie die aktuellen Informationen aus dem zuständigen

	Fachbereich.
--	--------------

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M05
Titel	Numerische Verfahren in der Simulation von Mehrkörpersystemen/ Numerical Methods for Simulation of Multibody Systems
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (2 SWS Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen theoretische und praktische Aspekte der numerischen Verfahren, die zur Lösung von Differentialgleichungen bei der Simulation von Mehrkörpersystemen eingesetzt werden. Sie sind mit den Grundlagen der Theorie von Mehrkörpersystemen vertraut und können einfache Algorithmen zur Lösung dieser Aufgabentypen entwerfen und implementieren. Ihnen sind numerische Software-Pakete zur Mehrkörpersimulation bekannt, und sie können diese für Anwendungsbeispiele nutzen.
Voraussetzungen	Empfehlung: Verfahren zur Lösung linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme, Kenntnisse zu Anfangswertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen. Programmierung mit einer Software für wissenschaftliches Rechnen (Bachelorstudium).
Niveaustufe	1. Studienplansemester Master
Lernform	Seminaristischer Unterricht, Übung, Projektarbeit
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Klausur und Projektaufgaben. In diesem Fall werden die Teilleistungen folgendermaßen gewichtet: 60% Klausur + 40% Projektaufgaben. Für die modulbegleitende Leistung gibt es kein zweites Prüfungsangebot.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	Es werden numerische Lösungsmethoden dargestellt, die bei der Simulation von Mehrkörpersystemen (MKS) eingesetzt werden. Dieser Problemklasse liegen gewöhnliche Differentialgleichungen, die oft mit algebraischen Gleichungen gekoppelt sind, zugrunde. Schwerpunkte der Lehrveranstaltung sind: - Grundlagen der Bewegungsgleichungen von MKS: Koordinaten, einfache Elemente (starrer Körper, Gelenk, Feder, Dämpfer), mathematische Struktur der Gleichungen, Beispiele - Differentialgleichungen und Algebro-Differentialgleichungen: Indexkonzepte, Hessenberg-Form, Initialisierung, Indexreduktion. - Numerische Verfahren für (Algebro-)Differentialgleichungen, - Numerische Methoden in der MKS, Anwendungsbeispiele - Simulationsbeispiele von MKS mit beispielsweise Modelica
Literatur	Ascher, U.R., Petzold, L.R.: Computer Methods for Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Equations, SIAM. Brenan, K.E., Campell, S.L., Petzold, L.R.: Numerical Solution of Initial-Value Problems in Differential-Algebraic Equations, SIAM. Hairer, E., Wanner, G.: Solving Differential Equations II, Springer. Eich-Söllner, E. Führer, C.: Numerical Methods in Multibody Dynamics,

	<p>Teubner Verlag, Stuttgart.</p> <p>Haug, E.J.: Computer Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems: Basic Methods (Allyn and Bacon series in engineering)</p> <p>García de Jalón, J. Bayo, E. Kinematic an Dynamic Simulation of Multibody Systems, Springer-Verlag.</p> <p>Rill, G, Schaeffer, T.: Grundlagen und Methodik der Mehrkörpersimulation mit Anwendungsbeispielen, Vieweg + Teibner.</p> <p>Woernle, C.: Mehrkörpersysteme. Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper. Springer.</p>
Weitere Hinweise	<p>Dieses Modul kann auf Deutsch oder Englisch angeboten werden. Bitte beachten Sie die aktuellen Informationen aus dem zuständigen Fachbereich.</p>

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M06
Titel	Studium Generale I/ General Studies 1
Leistungspunkte	2,5 LP
Workload	2 SWS Präsenz (Seminaristischer Unterricht) 34 Stunden Präsenzzeit, 41 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Allgemeinwissenschaftliche Ergänzungen
Lernziele / Kompetenzen	Die fachübergreifenden Lehrinhalte dienen der interdisziplinären Erweiterung des Fachstudiums und dem Erkennen von Zusammenhängen zwischen Gesellschaft und ihren Teilsystemen.
Voraussetzungen	keine (Ausnahmen können für die Fremdsprachen festgelegt werden)
Niveaustufe	1. - 3. Studienplansemester
Lernform	Seminaristischer Unterricht, Übungen, Referate, Rollenspiele, Textarbeit, o.ä., je nach gewähltem Modul
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	jedes Semester
Prüfungsform	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	Die Lehrinhalte kommen aus den Bereichen (bei Natur- und Ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none"> Politik und Sozialwissenschaften Geisteswissenschaften Wirtschafts-, Rechts- und Arbeitswissenschaften Fremdsprachen Die semesterweise aktualisierten Inhalte sind strukturiert und detailliert beschrieben unter der URL: http://www.beuth-hochschule.de/192/
Literatur	Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben
Weitere Hinweise	Die Auswahl der Lehrveranstaltungen dieses Moduls obliegt der Eigenverantwortung der Studierenden. Die Auswahl der Lehrveranstaltungen müssen die Studierenden aus den für ihren Studiengang zugelassenen Bereichen treffen (siehe Inhalt)

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M07
Titel	Studium Generale II/ General Studies 2
Leistungspunkte	2,5 LP
Workload	2 SWS Präsenz (Übung) 34 Stunden Präsenzzeit, 41 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Allgemeinwissenschaftliche Ergänzungen
Lernziele / Kompetenzen	Die fachübergreifenden Lehrinhalte dienen der interdisziplinären Erweiterung des Fachstudiums und dem Erkennen von Zusammenhängen zwischen Gesellschaft und ihren Teilsystemen.
Voraussetzungen	keine (Ausnahmen können für die Fremdsprachen festgelegt werden)
Niveaustufe	1. - 3. Studienplansemester
Lernform	Seminaristischer Unterricht, Übungen, Referate, Rollenspiele, Textarbeit, o.ä., je nach gewähltem Modul
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	jedes Semester
Prüfungsform	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	Die Lehrinhalte kommen aus den Bereichen (bei Natur- und Ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen) <ul style="list-style-type: none"> Politik und Sozialwissenschaften Geisteswissenschaften Wirtschafts-, Rechts- und Arbeitswissenschaften Fremdsprachen Die semesterweise aktualisierten Inhalte sind strukturiert und detailliert beschrieben unter der URL: http://www.beuth-hochschule.de/192/
Literatur	Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben
Weitere Hinweise	Die Auswahl der Lehrveranstaltungen dieses Moduls obliegt der Eigenverantwortung der Studierenden. Die Auswahl der Lehrveranstaltungen müssen die Studierenden aus den für ihren Studiengang zugelassenen Bereichen treffen (siehe Inhalt)

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M08
Titel	Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden/ Nonlinear Finite Element Methods
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (2 SWS Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen die Grenzen der Anwendung einer linearen Theorie und die grundsätzlichen Vorgehensweisen zur nichtlinearen Berechnung von Tragwerken. Die physikalischen und mathematischen Grundgleichungen wurden abgeleitet. Es liegen Erfahrungen in der Steuerung und Ergebnisinterpretation einer nichtlinearen Strukturberechnung vor. Sie sind in der Lage, Teilaspekte einer nichtlinearen Berechnung in eine Software zu implementieren.
Voraussetzungen	Empfehlung: Höhere Festigkeitslehre (M 2), Computeralgebra-Software und Modellierung (M3), Grundkenntnisse Finite Elemente Methode (Bachelor)
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	Seminaristischer Unterricht, Übungen, Laborübungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Klausur.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	Einführende Beispiele, Geometrische und Physikalische-Nichtlinearität, Nichtlineare Kinematik und Materialgesetze, Formulierung des Gleichgewichts und Variationsprinzipien, Lösungsverfahren nichtlinearer Probleme (Newton-Raphson-Verfahren), Nichtlineare Fachwerk- und Rahmenelemente, Beispielrechnungen mit einer Software für wissenschaftliches Rechnen (z.B. Mathematica) und mit einem industriellen Softwaresystem (z.B. ANSYS)
Literatur	W. Rust: Nichtlineare Finite-Elemente-Berechnungen, Vieweg+Teubner P. Wriggers, Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden, Springer Verlag K.-J. Bathe, Finite-Elemente-Methoden, Springer-Verlag K. Knothe, H. Wessels: Finite Elemente-Methode, Springer
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M09
Titel	Methoden der Optimierung/ Methods of Optimization
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (2 SWS Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden können ingenieurwissenschaftliche Optimierungsaufgaben als mathematische Optimierungsprobleme formulieren. Sie kennen die wichtigsten Typen von Optimierungsproblemen (u.a. lineare, nichtlineare, restringierte, nichtrestringierte), ihre charakteristischen Eigenschaften und einige wichtige numerische Lösungsverfahren. Sie sind in der Lage, Optimierungsaufgaben mit Hilfe von Optimierungssoftware zu lösen und können die erhaltenen Lösungen aus der Sicht der Anwendung interpretieren und bewerten. Die Studierenden erhalten Einblicke darin, welche Prozesse bei kommerzieller Strukturanalyse- und Optimierungssoftware ablaufen.
Voraussetzungen	Keine
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	Seminaristischer Unterricht, Übung, Laborübung, Projektarbeit
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: Klausur + Projekt-/Hausarbeit mit Präsentation als modulbegleitende Leistung. In diesem Fall werden bei bestandener Klausur die Teilleistungen folgendermaßen gewichtet: 40% Klausur + 60% modulbegleitende Leistung. Bei Klausurnote 5.0 oder modulbegleitende Leistung 5.0 ist die Gesamt-Modulnote 5.0. Für die modulbegleitende Leistung gibt es kein zweites Prüfungsangebot.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Optimierungsaufgaben im Engineering und ihre Modellierung als mathematische Optimierungsprobleme - lineare Optimierung, nichtlineare Optimierung ohne und mit Restriktionen, Optimalitätsbedingungen und numerische Lösungsverfahren - Anwendungsbeispiele aus dem Computational Engineering, insbesondere aus der Strukturoptimierung - Verwendung von Optimierungssoftware (z.B. Matlab, ANSYS).
Literatur	<p>Jarre, F.; Stoer, J.: Optimierung, Springer, Berlin.</p> <p>Alt, W.: Nichtlineare Optimierung: Eine Einführung in Theorie, Verfahren und Anwendungen, Vieweg+Teubner, Braunschweig</p> <p>Spellucci: Numerische Verfahren der nichtlinearen Optimierung, Birkhäuser.</p> <p>Harzheim, L.: Strukturoptimierung, Harri Deutsch</p> <p>Schumacher, A.: Optimierung mechanischer Strukturen, Springer</p> <p>Baier, H.; Seeßelberg, Ch.; Specht: Optimierung in der Strukturmechanik, Vieweg</p> <p>Papalambros, P. Y.; Wilde, D.J.: Principles of Optimal Design,</p>

	Cambridge University Press
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M10
Titel	FEM-Multiphysik und Bewertungsmethoden/ FEM Multiphysics and Methods of Appraisal
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (2 SWS Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Multiphysik-Programme (aktuell: ANSYS) zielorientiert einzusetzen und anzuwenden. Dabei lösen sie Aufgabenstellungen aus unterschiedlichen Bereichen der Physik. Sie erkennen mögliche Wechselwirkungen (Multiphysik) und analysieren diese. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage statische und dynamische Bauteilbeanspruchungen ausgehend von linear-elastischen FEM-Berechnungen unter Berücksichtigung des tatsächlichen Bauteilverhaltens zu berechnen und zu bewerten. Sie erkennen zudem die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Bauteilfestigkeit und können konstruktive Maßnahmen im Hinblick auf die Lebensdauer beurteilen.
Voraussetzungen	Empfehlung: Höhere Festigkeitslehre (M 2), Grundkenntnisse Finite Elemente Methode (Bachelor)
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	FEM-Multiphysik: Laborübung am Rechner Berechnungsmethoden: Seminaristischer Unterricht
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt die folgende Prüfungsform: FEM-Multiphysik: Übungsaufgaben als Hausarbeit mit Rücksprache. Bewertungsmethoden: Klausur. Für die modulbegleitende Leistung gibt es kein zweites Prüfungsangebot.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	<p>FEM-Multiphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das FEM-Programmsystem ANSYS • Vernetzungsstrategien: Mapped Mesh, Adaptive Vernetzung • Submodelltechnik • Nichtlinearitäten aus Material, Kontakt und Geometrie mit Beispielen • Zyklische Symmetrie • Thermische Analysen: stationäre und instationäre Wärmeleitung • Strukturdynamik: Stationäre Schwingungen, Modalanalyse, Schallausbreitung, Transiente Analyse • Multiphysikanwendungen <ul style="list-style-type: none"> • Thermo-mechanische Kopplung: Wärmespannungen • Elektro-thermo-mechanische Kopplung <p>Bewertungsmethoden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewertung von FEM-Ergebnissen: Statischer Festigkeitsnachweis, Ermüdungsfestigkeitsnachweis • Nennspannungskonzept, Kerbspannungskonzept • Beanspruchungsarten, plastische Grenzzustände, plastische Stützwirkung • Wöhlerlinie (Zeit- und Dauerfestigkeit), Ermüdungsfestigkeit, Gestaltfestigkeit, Einfluss von Mittelspannung, Oberflächengüte, Bauteilgröße, Kerbform bzw. Spannungsgefälle, Berechnung

	einachsig, mehrachsig <ul style="list-style-type: none">• Temperatureinfluss• Grundgedanken des Betriebsfestigkeitsnachweises
Literatur	FEM-Multiphysik <ul style="list-style-type: none">• Müller, Groth: FEM für Praktiker, Band 1 – Grundlagen, Expert-Verlag• Stelzmann, Groth, Müller: FEM für Praktiker, Band 2 – Strukturodynamik, Expert-Verlag• Groth, Müller: FEM für Praktiker, Band 3 – Temperaturfelder, Expert-Verlag• Rust: Nichtlineare Finite-Elemente-Berechnungen, Vieweg+Teubner Verlag• Gebhardt: Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench, Hanser-Verlag• Steinke: Finite-Elemente-Methode, Springer-Verlag Bewertungsmethoden <ul style="list-style-type: none">• FKM-Richtlinie: Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile, VDMA Verlag• Radaj, Vormwald: Ermüdungsfestigkeit, Springer-Verlag Haibach: Betriebsfestigkeit, VDI-Verlag
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M11
Titel	Geometrische Modellierung im CAD/ Geometric Modeling in CAD
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (2 SWS Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	<p>Die Studierenden kennen die Theorie des Computer Aided Geometric Design (CAGD) sowie Methoden und Techniken zur Bearbeitung geometrischer Aufgaben auf dem Gebiet der Freiformgeometrie mit Hilfe des Computers. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse über die im CAD eingesetzten Modellbeschreibungen und über die Problematik geometrisch stetiger Übergänge.</p> <p>Sie sind in der Lage, die erarbeiteten theoretischen Kenntnisse beim Umgang mit einem entsprechenden CAD-System inklusive einer Programmierschnittstelle anzuwenden.</p> <p>Insbesondere können sie auch CAD-Modelle für eine möglichst optimale Vernetzung aufbereiten.</p>
Voraussetzungen	Empfehlung: Kenntnisse in Linearer Algebra, Analysis, Numerik, Grundkenntnisse im Umgang mit einem CAD-System und auf dem Gebiet der Differentialgeometrie (Bachelorstudium)
Niveaustufe	2. Studienplansemester
Lernform	Seminaristischer Unterricht, Laborübung am Rechner, Rechenübung
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt folgende Prüfungsform: 60% Klausur + 40% Projekt/Projektpräsentation. Bei Klausurnote 5.0 oder Projektnote 5.0 ist die Gesamt-Modulnote 5.0. Für die modulbegleitende Leistung gibt es kein zweites Prüfungsangebot.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<p>Seminaristischer Unterricht:</p> <p>Begriffe und allgemeine Methoden der Bauteil- und Flächenkonstruktion</p> <p>Vertiefung von Begriffen der Topologie im Zusammenhang mit der Volumenmodellierung.</p> <p>Vertiefung von Begriffen der Differentialgeometrie und numerischen Methoden zur Approximation und Interpolation.</p> <p>Der Algorithmus von de Casteljau, Bézierkurven und Béziersplines.</p> <p>Einführung in die Theorie von NURBS-Kurven und -Flächen.</p> <p>Algorithmen zur Beschreibung und Modifikation von Freiformkurven bzw. -flächen (Überblick oder/und Vertiefung einzelner grundlegender Algorithmen).</p> <p>Übung:</p> <p>Anwendung des im seminaristischen Unterricht erworbenen Wissens an Hand entsprechender Übungsaufgaben und Programmieraufgaben</p>
Literatur	<p>Hoschek, Lasser: Grundlagen der geometrischen Datenverarbeitung.</p> <p>Farin: Kurven und Flächen im Computer Aided Geometric Design.</p> <p>Piegl, Tiller: The NURBS Book</p> <p>Eine ergänzende aktuelle Literaturliste wird in der Vorlesung bekannt gegeben.</p>

Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.
------------------	--

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M12
Titel	Wahlpflichtmodul I/ Required-Elective Module 1
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Lernziele / Kompetenzen	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Voraussetzungen	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Anerkannte Module	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Inhalte	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Literatur	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Weitere Hinweise	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M13
Titel	Wahlpflichtmodul II/ Required-Elective Module 2
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Lernziele / Kompetenzen	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Voraussetzungen	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Anerkannte Module	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Inhalte	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Literatur	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.
Weitere Hinweise	Siehe Beschreibung der Wahlpflichtmodule.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M14
Titel	Abschlussprüfung/ Final Examination Period
Leistungspunkte	30 LP
Workload	45 - 60 Minuten mündliche Abschlussprüfung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden können aufbauend auf den in den Lehrveranstaltungen erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten im Berufsfeld „Mathematik – Computational Engineering“ Aufgaben der industriellen Praxis bzw. Forschungspraxis mit wissenschaftlichen Methoden erfolgreich bearbeiten. Sie vertiefen exemplarisch ihre Kompetenzen auf diesem Gebiet. Sie können typische Vorgehensweisen der fachspezifischen Vertiefung auf neuartige Probleme/Fragestellungen übertragen.
Voraussetzungen	Zulassung gemäß jeweils gültiger Rahmenprüfungsordnung
Niveaustufe	3. Studienplansemester Master
Lernform	Mündliche Abschlussprüfung: Präsentation (15 Minuten) und mündliche Prüfung
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Jedes Semester
Prüfungsform	Schriftliche Abschlussarbeit und mündliche Abschlussprüfung
Ermittlung der Modulnote	Benotung der Abschlussprüfung durch die Prüfungskommission
Anerkannte Module	Keine.
Inhalte	<u>Abschlussarbeit:</u> Wissenschaftliche Bearbeitung/Darstellung eines Themas der industriellen Praxis bzw. Forschungspraxis des Berufsfelds „Mathematik – Computational Engineering“ <u>Mündliche Abschlussprüfung:</u> Kurzpräsentation der wesentlichen Aussagen der Masterarbeit, Diskussion/Befragung über die Arbeit, ihre fachlichen Grundlagen/Hintergründe und praktische Relevanz
Literatur	Fachspezifisch.
Weitere Hinweise	<u>Master-Arbeit</u> Dauer der Bearbeitung: 5 Monate <u>Abschlussprüfung</u> Nach Vereinbarung zwischen Prüfling und Prüfungskommission kann die Abschlussprüfung auch auf Englisch erfolgen.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP01
Titel	Computational Acoustics/ Computational Acoustics
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Gegenstand sind die mathematischen und physikalischen Grundlagen der Computational Acoustics. Am Ende der Lehrveranstaltung sollen <ul style="list-style-type: none"> • wichtige Problemstellungen aus der Technischen Akustik klassifiziert und analysiert werden können, • die zugehörigen numerischen Verfahren beherrscht werden, konkrete akustische Problemstellungen (z. B. auf dem Sektor des lärmarmen Konstruierens) mit Hilfe von Akustik-Software gelöst werden können.
Voraussetzungen	keine
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	Übungen in seminaristischer Form, Übung am Rechner
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester. Über das Angebot an Wahlpflichtmodulen entscheidet der Fachbereichsrat jeweils vor Beginn eines Semesters.
Prüfungsform	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	Grundlagen und Grundbegriffe der Akustik, Schallwellenausbreitung, Methoden zur Beschreibung von Schallquellen, Methoden zur Berechnung der Schallabstrahlung und Schallstreuung sowie von Schallfeldern in Innenräumen, Absorberberechnungen, gekoppelte Fluid- und Strukturberechnungen, Strömungs- und Thermoakustik.
Literatur	Formulas of Acoustics, F.P. Mechel, Springer 2002, Aktuelle Literaturliste durch den Dozenten
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP02
Titel	System- und Regelungstechnik/ System and Control Theory
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachsübergreifende Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Betrachtet werden technische Wirkungsanordnungen zur Signalverarbeitung, auch Systeme genannt. Am Ende der Lehrveranstaltung sollen <ul style="list-style-type: none"> • Systeme mit mathematischen Methoden einheitlich beschrieben, modelliert und analysiert werden können, • die vielgestaltigen Auftretens- und Realisierungsformen von Signalen und Systemen erkannt werden können, • Regelstrecken der Verfahrens- und Elektrotechnik identifiziert werden können, • Regler nach vorgegeben Kriterien optimiert werden können, • Regelkreise rechnergestützt simuliert werden können.
Voraussetzungen	Empfehlung: Grundkenntnisse Programmier-/Simulationssprache Matlab (M 1)
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	Übungen in seminaristischer Form, Übung am Rechner, Projektarbeit in Gruppen
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester. Über das Angebot an Wahlpflichtmodulen entscheidet der Fachbereichsrat jeweils vor Beginn eines Semesters.
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt folgende Prüfungsform: Klausur.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	Systembegriff, Systemklassifikationen, Mathematische Modellierung von kontinuierlichen und zeitdiskreten Systemen im Zeit-, Bild- und Frequenzbereich, Aufbau und prinzipielle Wirkungsweise von Regelkreisen, Grundzüge der Optimierung kontinuierlicher und zeitdiskreter Regelkreise, Bearbeitung von praktischen Aufgabenstellungen mit einer Software für wissenschaftliches Rechnen.
Literatur	Ottens M., Grundlagen der Systemtheorie, Skript, TFH-Berlin, FB VI Ottens M., Einführung in das CAE-Program Matlab, Skript, TFH-Berlin, FB VI Ottens M., Einführung in die Regelungstechnik, Skript, TFH-Berlin, FB VI Unbehauen H., Regelungstechnik I, Vieweg Föllinger O., Regelungstechnik, Hüthig Angermann A., u.a., Matlab-Simulink-Statflow, Oldenbourg
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP03
Titel	Computational Fluid Dynamics/ Computational Fluid Dynamics
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen die Konzepte und Methoden moderner CFD-Verfahren. Sie sind in der Lage, technische Anwendungen mit kommerziellen CFD-Programmen zu lösen.
Voraussetzungen	Keine.
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	Übungen in seminaristischer Form, Übung am Rechner
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester. Über das Angebot an Wahlpflichtmodulen entscheidet der Fachbereichsrat jeweils vor Beginn eines Semesters.
Prüfungsform	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strömungsmechanische Grundgleichungen ▪ Diskretisierung des Berechnungsgebietes ▪ Diskretisierung der Erhaltungsgleichungen ▪ Gleichungslöser ▪ Mehrgitterverfahren ▪ Turbulenzmodellierung ▪ Wandgesetze ▪ Fehlerquellen und Qualitätssicherung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ferziger, J.H., Peric: Numerische Strömungsmechanik, Springer-Verlag ▪ Schäfer, M.: Numerik im Maschinenbau. Springer-Verlag. ▪ Paschedag, A.R.: CFD in der Verfahrenstechnik, Wiley-VCH. ▪ Anderson, J.D.: Computational Fluid Dynamics. McGraw-Hill. Aktuelle Literaturliste durch den Dozenten
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP04
Titel	Modellierung und Simulation technischer Systeme/ Modeling and Simulation of Technical Systems
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die physikalischen Zusammenhänge von komplexen Systemen zu erkennen, diese in überschaubare einfache Untersysteme zu zerlegen und das Verhalten dieser Untersysteme mathematisch (in Form von gewöhnlichen Differentialgleichungen) darzustellen. Die Studierenden können die Modellgleichungen und die logischen Zusammenhänge mittels der MOSILAB-Software in ein lauffähiges Simulationsmodell überführen und damit „numerische Experimente“ und Optimierungen durchführen.
Voraussetzungen	keine
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	Übungen in seminaristischer Form, Übung am Rechner
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester. Über das Angebot an Wahlpflichtmodulen entscheidet der Fachbereichsrat jeweils vor Beginn eines Semesters.
Prüfungsform	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	<p>Komplexe Systeme sind in der Technik überall zu finden: Industrieanlagen, Gebäude, Kraftfahrzeuge, Maschinen, etc. Für ein tieferes Verständnis der inneren Zusammenhänge eines technischen Systems und vor allem für die geforderte Reduktion der Entwicklungszeiten und -kosten ist es zunehmend wichtig, das dynamische, d.h. zeitabhängige Verhalten solcher Systeme frühzeitig im Entwurfsprozess zu modellieren (d.h. mathematisch-physikalisch beschreiben) und zu simulieren. Die Herausforderung besteht dabei in der Heterogenität eines Systems (z.B. eine Pumpe, bestehend aus elektrischem Antrieb, mechanischen Übertragungselementen und Strömungsmedium).</p> <p>Um den immer größer werdenden Anforderungen an die Flexibilität und Anwendbarkeit von Simulationen gerecht zu werden, kommt in der Industrie in zunehmendem Maß objektorientierte Simulationssoftware auf der Basis von MODELICA zu Einsatz. MODELICA ermöglicht die einheitliche Modellierung von Systemen, die aus verschiedenen Arten von Subsystemen bestehen, z.B. Mechanik, Mechatronik, Elektrik, Regelung, Thermodynamik, Aerodynamik, Hydraulik. Im Rahmen dieser Veranstaltung kommt die Software MOSILAB zum Einsatz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der mathematisch-physikalischen Modellbildung (System, Modell) • Vorstellung unterschiedlicher Simulationstechniken (Datenfluss-orientiert, Objekt-orientiert) • Vorstellung MODELICA und MOSILAB • Modellierung einer thermischen Solaranlage

	<ul style="list-style-type: none">• Eigenständiges Erstellen von Modellen und Durchführung von Simulationen mit MOSILAB für ausgewählte Beispiele
Literatur	<p>http://www.modelica.org http://www.mosilab.de Fritzson, P.: Principles of object-oriented modeling and simulation with Modelica 2.1, Wiley Interscience, 2004.</p>
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP05
Titel	Methoden der mathematischen Modellierung/ Methods for Mathematical Modeling
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen grundsätzliche Aspekte und Konzepte der mathematischen Modellierung und der Anwendungsmöglichkeiten der Mathematik in den Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften an Hand von ausgewählten Beispielen. Sie können konkrete Modelle in einer Software für wissenschaftliches Rechnen implementieren und analysieren. Sie besitzen die Fähigkeit zum Aufstellen, Analysieren, Programmieren, Visualisieren und Beurteilen von mathematischen Modellen für naturwissenschaftliche und technische Systeme.
Voraussetzungen	Keine
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	Übungen in seminaristischer Form, Rechenübung, Projektarbeit in Gruppen
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester. Über das Angebot an Wahlpflichtmodulen entscheidet der Fachbereichsrat jeweils vor Beginn eines Semesters.
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt folgende Prüfungsform: 100 % Modellierungsprojekte in Gruppenarbeit mit schriftlicher Dokumentation und Präsentation. Für die modulbegleitende Leistung gibt es kein zweites Prüfungsangebot.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Allgemeine Prinzipien des Mathematischen Modellierens (Erhaltungs- und Bilanzprinzipien, Linearisierung, Validierung, etc.) - Modellklassen und Modellhierarchie (diskret – kontinuierlich, deterministisch – stochastisch, einfache konzeptionelle Modelle – komplexe Simulationsmodelle – individuenbasierte Modelle). - Modellansätze: Analytische Modelle (Systeme von linearen und nichtlinearen Gleichungen, Differenz- und Differentialgleichungen (gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen), Optimierungsmodelle und Variationsrechnung; Numerische Modelle (Finite Differenzen, Finite Elemente, zellulare Automate); Empirische Modelle (Funktionsausgleich, Transformationen (Fourier-Transformation, Wavelets), genetische Algorithmen, Neuronale Netze, Filterung, Zeitreihen). - Dynamische Systeme (Grundbegriffe, stationäre Zustände, lokale Stabilitätskriterien, Wechselwirkung, Parameterabhängigkeit und Bifurkation). - Exemplarische Modelle: Wachstumsmodelle, Schwingungsmodelle, Diffusionsmodelle, Regelungstechnik, Optimierungsmodelle, etc.
Literatur	Gershenfeld: The Nature of Mathematical Modelling, Cambridge University Press, New York, 1999. Eck, Christof; Garke, Harald; Knabner, Peter: Mathematische Modellierung. Springer-Verlag, 2008.

	<p>Haußer, Frank; Luchko, Yury: Mathematische Modellierung mit MATLAB: Eine praxisorientierte Einführung. Spektrum Akademischer Verlag, 2010.</p> <p>Ortlieb, Claus Peter; Dresky, Caroline von; Gasser, Ingegun; Günzel, Silke: Mathematische Modellierung. Eine Einführung in zwölf Fallstudien. Vieweg+Teubner, 2009.</p> <p>Strang, Gilbert: Wissenschaftliches Rechnen. Springer-Verlag, 2010.</p> <p>Quarteroni, Alfio; Saleri, Fausto: Wissenschaftliches Rechnen mit MATLAB. Springer-Verlag, 2006.</p>
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP06
Titel	Parametrische 3D-Konstruktion/ Parametric 3D Design
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden beherrschen Konstruktionsmethoden, die im besonderen Maße ein sehr hohes mathematisches Verständnis von Zusammenhängen und ein sehr gutes räumliches Vorstellungsvermögen voraussetzen. Sie kennen grundlegende Begriffe und Methoden der Erstellung von parametrisierten Bauteilen und Baugruppen einschlich der Beschreibung von kinematischen Zusammenhängen und können die erlernten Vorgehensweisen auf unterschiedliche Problemstellungen anwenden.
Voraussetzungen	keine
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	Übungen in seminaristischer Form, Übung am Rechner
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester. Über das Angebot an Wahlpflichtmodulen entscheidet der Fachbereichsrat jeweils vor Beginn eines Semesters.
Prüfungsform	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	Übungen in seminaristischer Form, : Grundbegriffe und allgemeine Methoden der Bauteil- und Baugruppenkonstruktion Konstruktion von dreidimensionalen Bauteilen Flächenkonstruktion. Parametrisierung. Baugruppenkonstruktion (Freiheitsgrade und Abhängigkeiten). Übung: Anwendung des im seminaristischen Unterricht erworbenen Wissens an Hand entsprechender Konstruktionsaufgaben. Die Konstruktionsübungen erfolgen mit einem geeigneten und aktuellen CAD-System.
Literatur	Eine aktuelle Literaturliste bezogen auf das verwendete CAD-System wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP07
Titel	CAX- Anwendungsprogrammierung/ CAX Application Programming
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden beherrschen den Umgang mit einer Programmierschnittstelle eines CAD- oder CAE-Systems und können die erlernten Vorgehensweisen auf eine andere Programmierschnittstelle übertragen. Die Studierenden haben einen Überblick über Methoden, die zur systematischen Herstellung von Anwendungssoftware benötigt werden. Sie haben am Beispiel einer CAX-Anwendung Methoden der Softwaretechnik erprobt. Sie können selbständig in einem Team Software entwerfen und implementieren.
Voraussetzungen	Empfehlung: Grundkenntnisse Programmieren (Bachelorstudium)
Niveaustufe	2. Studienplansemester
Lernform	Übungen in seminaristischer Form, Laborübung in Gruppenarbeit am Rechner
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester. Über das Angebot an Wahlpflichtmodulen entscheidet der Fachbereichsrat jeweils vor Beginn eines Semesters.
Prüfungsform	Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang in der Frist nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt folgende Prüfungsform: Software-Projekt in Gruppenarbeit mit schriftlicher Dokumentation und Präsentation. Für die modulbegleitende Leistung gibt es kein zweites Prüfungsangebot.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	Theorie der Softwaretechnik am Beispiel einer CAX-Anwendung. Management von Softwareprojekten und Methoden zur Qualitätssicherung. Grundbegriffe und Einführung in die Handhabung der Programmierschnittstelle des eingesetzten CAD-Systems bzw. CAD-Modellierkerns. Virtuelle Produktentstehung und Functional Digital Mock-Up Ausgewählte Methoden und Algorithmen im Zusammenhang mit der Erstellung eines virtuellen Produktmodells und der Simulation von Produktfunktionen. Anwendung des im seminaristischen Unterricht erworbenen Wissens an Hand entsprechender kleinerer Programmieraufgaben und/oder einer Projektaufgabe, die im Team zu bearbeiten ist.
Literatur	Helmut Balzert: Lehrbuch der Software-Technik (Band 1 und Band 2), Spektrum Verlag. Spur, Krause: Das virtuelle Produkt-Management der CAD-Technik. Online-Hilfe der jeweiligen Programmierschnittstelle. Eine ergänzende aktuelle Literaturliste wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	WP08
Titel	Softwaretechnik/ Software Engineering
Leistungspunkte	5 LP
Workload	4 SWS Präsenz (Übung) 68 Stunden Präsenzzeit, 82 Stunden Selbststudium
Lerngebiet	Fachübergreifende Vertiefung
Lernziele / Kompetenzen	Die Studierenden haben einen Überblick über die wichtigsten Methoden und Werkzeuge, die zur systematischen Herstellung von Anwendungssoftware benötigt werden. Sie kennen grundlegende Begriffe und Methoden der Systemanalyse, des Softwaremanagements und der Qualitätssicherung Sie können selbstständig in einem Team Software entwerfen und implementieren.
Voraussetzungen	Empfehlung: Grundkenntnisse Programmieren (Bachelorstudium)
Niveaustufe	2. Studienplansemester Master
Lernform	Übungen in seminaristischer Form, Laborübung am Rechner
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester. Über das Angebot an Wahlpflichtmodulen entscheidet der Fachbereichsrat jeweils vor Beginn eines Semesters.
Prüfungsform	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt.
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan.
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts.
Inhalte	Theorie der Softwaretechnik und die Phasen der Softwareentwicklung Analyse-, Entwurfs-, Implementierungsphase Dokumentation Management von Softwareprojekten Prozessmodelle (Wasserfallmodell, V-Modell, Prototypen...) Qualitätssicherung
Literatur	Helmut Balzert: Lehrbuch der Software-Technik (Band 1 und Band 2), Spektrum Verlag. Eine ergänzende aktuelle Literaturliste wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.