



Technische Universität München

Modulhandbuch

M.Sc. Luft- und Raumfahrt

Fakultät für Maschinenwesen

Technische Universität München

www.tum.de

www.mw.tum.de

Allgemeine Informationen und Lesehinweise zum Modulhandbuch

Zu diesem Modulhandbuch:

Ein zentraler Baustein des Bologna-Prozesses ist die Modularisierung der Studiengänge, das heißt die Umstellung des vormaligen Lehrveranstaltungssystems auf ein Modulsystem, in dem die Lehrveranstaltungen zu thematisch zusammenhängenden Veranstaltungsblocken - also Modulen - gebündelt sind. Dieses Modulhandbuch enthält die Beschreibungen aller Module, die im Studiengang angeboten werden. Das Modulhandbuch dient der Transparenz und versorgt Studierende, Studieninteressierte und andere interne und externe Adressaten mit Informationen über die Inhalte der einzelnen Module, ihre Qualifikationsziele sowie qualitative und quantitative Anforderungen.

Wichtige Lesehinweise:

Aktualität

Jedes Semester wird der aktuelle Stand des Modulhandbuchs veröffentlicht. Das Generierungsdatum (siehe Fußzeile) gibt Auskunft, an welchem Tag das vorliegende Modulhandbuch aus TUMonline generiert wurde.

Rechtsverbindlichkeit

Modulbeschreibungen dienen der Erhöhung der Transparenz und der besseren Orientierung über das Studienangebot, sind aber nicht rechtsverbindlich. Einzelne Abweichungen zur Umsetzung der Module im realen Lehrbetrieb sind möglich. Eine rechtsverbindliche Auskunft über alle studien- und prüfungsrelevanten Fragen sind den Fachprüfungs- und Studienordnungen (FPSOen) der Studiengänge sowie der allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung der TUM (APSO) zu entnehmen.

Wahlmodule

Wenn im Rahmen des Studiengangs Wahlmodule aus einem offenen Katalog gewählt werden können, sind diese Wahlmodule in der Regel nicht oder nicht vollständig im Modulhandbuch gelistet.

Verzeichnis Modulbeschreibungen

[20131] Master Luft- und Raumfahrt (Master's Program Aerospace)	6
Anerkennungen aus Austauschprogrammen (Accepted Courses from Study Exchange Programs)	6
Master's Thesis (Master's Thesis)	7
[MW1266] Master's Thesis (Master's Thesis)	8 - 9
Semesterarbeit (Term Project)	10
[MW1241] Semesterarbeit (Term Project)	11 - 12
Bereich Soft Skills (Social Skill Modules)	13
Wahlfächer Soft Skills (Elective Courses Social Skills)	14
[MW2148] Master Soft Skill Workshops (Master Soft Skill Workshops)	15 - 16
[MW2223] Soft Skill Trainings in Kooperationsprojekten (Soft Skill Trainings in Project Cooperations)	17 - 18
Wahlpflichtbereich Mastermodule (Required Elective Master Modules)	19
Kernkompetenzen in Luft- und Raumfahrt (Principal Competencies in Aerospace)	20
[MW0510] Flugantriebe I und Gasturbinen (Flight Propulsions I and Gas Turbines) [FA1]	21 - 22
[MW0832] Flugsystemdynamik I (Flight System Dynamics I) [FSD I]	23 - 24
[MW0833] Flugsystemdynamik II (Flight System Dynamics II) [FSD2]	25 - 26
[MW0007] Aerodynamik des Flugzeugs I (Aerodynamics of Aircraft I) [Aero I]	27 - 28
[MW0047] Flugzeugentwurf (Aircraft Design) [FZE]	29 - 30
[MW0063] Luft- und Raumfahrtstrukturen (Aerospace Structures) [LuRS]	31 - 32
[MW0124] Systems Engineering (Systems Engineering) [SE]	33 - 34
[MW1628] Angewandte CFD (Applied CFD)	35 - 36
[MW2120] Raumfahrtantriebe 1 (Spacecraft Propulsion 1)	37 - 38
[MW2132] Raumfahrzeugentwurf (Spacecraft Design) [RFE]	39 - 40
[MW2228] Aeroelastik (Aeroelasticity)	41 - 42
[MW2252] Flugphysik der Hubschrauber (Helicopter Flight Dynamics)	43 - 44
Schwerpunktmodule (Specialization Modules)	45
[MW0357] Gasdynamik (Gas Dynamics) [Gdy]	46 - 47
[MW0463] Adaptive Strukturen (Adaptive Structures) [AS]	48 - 49
[MW0595] Turbulente Strömungen (Turbulent Flows) [TS]	50 - 51
[MW0798] Grenzschichttheorie (Boundary-Layer Theory) [GST]	52 - 53
[MW0837] Flugregelung I (Automatic Flight Control I) [FRI]	54 - 55
[MW0838] Flugregelung II (Automatic Flight Control II) [FR2]	56 - 57
[MW0877] Aerodynamik des Flugzeugs II (Aerodynamics of Aircraft II) [Aero II]	58 - 59
[MW2155] Bemannte Raumfahrt (Human Spaceflight)	60 - 61
[MW0043] Flugantriebe II (Flight Propulsions II)	62 - 63
[MW0085] Multidisciplinary Design Optimization (Multidisciplinary Design Optimization) [MDO]	64 - 65

[MW1392] Fertigungsverfahren für Composite-Bauteile (Production Technologies for Composite Parts) [FCB]	66 - 67
[MW1393] Auslegung und Bauweisen von Composite Strukturen (Analysis and Design of Composite Structures) [ADCS]	68 - 69
[MW1394] Faser-, Matrix-, und Verbundwerkstoffe mit ihren Eigenschaften (Composite Materials and Structure-Property Relationship) [FVWE]	70 - 71
[MW1397] Auslegung und Entwurf von Hubschraubern 1 (Helicopter Design and Architecture 1)	72 - 73
[MW1398] Auslegung und Entwurf von Hubschraubern 2 (Helicopter Design and Architecture II)	74 - 75
[MW1412] Prozesssimulation und Materialmodellierung von Composites (Process Simulation and Material Modelling of Composites) [PMC]	76 - 77
[MW1692] Aeroakustik (Aeroacoustics) [AA]	78 - 79
[MW2123] Aerodynamische Auslegung von Turbomaschinen (Aerodynamic Design of Turbomachinery) [AAT]	80 - 81
[MW2128] Ergonomische Aspekte der Luftfahrt und Flugführung (Human Factors in Aviation)	82 - 83
[MW2152] Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems)	84 - 85
[MW2182] Orbit- und Flugmechanik (Orbit and Flight Mechanics)	86 - 87
[MW2237] Flugführung 1 (Flight Guidance 1)	88 - 89
[MW2282] Sicherheit und Zulassung von Avionik und Flugsteuerungssystemen (Safety and Certification of Avionics and Flight Control Systems)	90 - 91
Studiengangübergreifende Module (Global Master Modules)	92
[MW0010] Antriebssystemtechnik für Fahrzeuge (System Engineering for Vehicle Drive Lines)	93 - 94
[MW0056] Grundlagen Medizintechnik und Biokompatible Werkstoffe 1 (Basics Medical Engineering and Biocompatible Materials 1)	95 - 96
[MW1977] Planung thermischer Prozesse (Process Design) [PTP]	97 - 98
[MW2098] Technische Dynamik (Engineering Dynamics)	99 - 101
[MW2236] Berufsbildungs- und Arbeitsrecht (Law of Labor and of Vocational Training)	102 - 104
[MW2352] Fahrerassistenzsysteme im Kraftfahrzeug (Advanced Driver Assistance Systems in Vehicles) [FAS]	105 - 106
Wahlbereich Ergänzungsfächer (Elective Supplementary Courses)	107
Ergänzungsfächer (Supplementary Subjects)	108
[MW9902] Allgemeines Ergänzungsfach im Maschinenwesen (Generic Supplementary Subject in Mechanical Engineering)	109 - 110
[MW0146] Ähnlichkeit und dimensionslose Kennzahlen (Similarity and Dimensionless Numbers) [ÄDK]	111 - 112
[MW0229] Satellitendesign (Satellite Design Workshop)	113 - 114
[MW0866] Mehrkörpersimulation (Multibody Simulation)	115 - 116
[MW2270] Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren in der Numerischen Mechanik (Discontinuous Galerkin Methods for Computational Mechanics)	117 - 118
[MW2322] Nichtlineare Flugregelung (Nonlinear Flight Control) [NFC]	119 - 120
Wahlbereich Hochschulpraktika (Elective Practical Courses)	121
Hochschul-Praktika	122
[MW9901] Allgemeines Hochschulpraktikum im Maschinenwesen (Generic Practical Course in Mechanical Engineering)	123 - 124
[MW0266] CAD/CAM (CAD/CAM)	125 - 126
[MW0314] Werkstoffmechanik Praktikum (Mechanics of Materials (Practical Course)) [PWM]	127 - 128

[MW0992] Praktikum Verfahrenstechnik (Process Engineering) [PVT]	129 - 130
[MW1450] IFR-Praktikum Hubschrauber (IFR Helicopter Flight)	131 - 132
[MW2313] Praktikum MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering (Practical Course MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering) [P-MSCAE]	133 - 134

Anerkennungen aus Austauschprogrammen (Accepted Courses from Study Exchange Programs)

Master's Thesis (Master's Thesis)

Modulbeschreibung

MW1266: Master's Thesis (Master's Thesis)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 30	Gesamtstunden: 900	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung ist eine wissenschaftliche Ausarbeitung, begleitet von einem Abschlussvortrag.

Die Wissenschaftliche Ausarbeitung in Form einer Master's Thesis ist eine schriftliche Leistung (Studienarbeit). Damit demonstrieren die Studierenden, dass sie in der Lage sind, durch die eigenständige Bearbeitung eines Teilaspekts einer praktischen Forschungsarbeit ein theoretisches, experimentelles oder konstruktives Problem aus dem Bereich des Masterstudiengangs eigenständig zu lösen. Sie entwickeln mit den im Studium erlernten fachlichen Ansätzen eigene wissenschaftliche Methoden und verfassen dazu eine schriftliche Studienarbeit (100% der Modulnote).

Abschlussvortrag: Mit dem Abschlussvortrag wird überprüft, ob die Studierenden ihr Vorgehen sowie ihre Methoden und Ergebnisse vor einem Fachpublikum fachlich und wissenschaftlich rechtfertigen können. Sie weisen ihre rhetorischen Fähigkeiten nach und überzeugen durch professionelles Auftreten (Studienleistung, muss bestanden werden).

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	
		Vortrag:	Hausarbeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Siehe FPSO, § 46, Abs. 2:

Zur Master's Thesis wird zugelassen, wer den Nachweis über

1. die Modulprüfungen gemäß § 43 Abs. 1 Nr. 1 (FPSO),
2. die Hochschulpraktika,
3. die Ergänzungen,
4. die Soft-Skills und
5. eine Semesterarbeit erfolgreich erbracht hat.

Abweichend davon kann ein Studierender vorzeitig zur Master's Thesis zugelassen werden, wenn er mindestens 80 Credits erreicht hat.

Inhalt:

Die Studierenden lösen experimentell, konstruktiv oder theoretisch Probleme aus dem Bereich des Masterstudiengangs anhand erlernter Methoden und daraus selbstständig entwickelter Methoden und Lösungsansätze. Dazu verfassen sie eigenständig eine wissenschaftliche Ausarbeitung gemäß den Richtlinien zur Sicherung wissenschaftlicher Praxis. Dabei werden die Qualitätskriterien guter wissenschaftlicher Praxis

angewendet.

Lernergebnisse:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche Problemstellungen aus dem Themenfeld des Masterstudiengangs eigenständig zu bearbeiten und mit dem Fachwissen aus dem Studium sowie mit relevanter Fachliteratur, die selbstständig herangezogen wird, eigene Methoden und Lösungsansätze zu entwerfen. Die Ergebnisse werden ausgewertet, zusammengefasst, von den Studierenden auf Plausibilität überprüft und wissenschaftlich gerechtfertigt. Auf Basis ihrer Ergebnisse sind die Studierenden fähig ihre neuen Methoden und Lösungsansätze zu rechtfertigen und zu beweisen. Die Bearbeitung erfolgt nach einem selbstständig erstellten Projektplan innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit.

Am Ende des Moduls Master's Thesis sind die Studierenden in der Lage ohne Hilfestellung eines Betreuers eine wissenschaftliche Arbeit selbstständig zu verfassen. Das beinhaltet umfassende Kenntnisse bezüglich des wissenschaftssprachlichen Ausdrucks und der Zitierregeln, des Aufbaus der Arbeit sowie der Darstellung und Diskussion der Ergebnisse.

Im Bereich Präsentieren beweisen sie ihre rhetorischen und fachlichen Fähigkeiten. Sie überzeugen durch einen strukturierten Vortrag, in dem sie wichtige Aspekte der Master's Thesis kompakt aber vollständig innerhalb der vorgegebenen Vortragszeit verständlich und nachvollziehbar einem Fachpublikum vorstellen und vor diesem rechtfertigen.

Lehr- und Lernmethoden:

Durch die Teilnahme am Modul Master's Thesis führen die Studierenden Tätigkeiten einer Ingenieurin/eines Ingenieurs aus. Die Master's Thesis ist als Projektarbeit konzipiert. Jede/r Studierende bearbeitet ein eigenes Projekt in selbständiger Einzelarbeit.

Jede/r Studierende bekommt einen eigene Prüferin/einen eigenen Prüfer zugeordnet. Diese/r berät die/den Studierenden zu Beginn der Arbeit, indem sie/er in das Thema einführt, Hinweise zu geeigneter Literatur und hilfreiche Tipps zur fachlichen Arbeit gibt.

Medienform:

Eigenstudium; praktische Tätigkeit unter Anleitung einer/eines Prüfenden

Literatur:

Einschlägige Literatur zum gewählten Thema

Modulverantwortliche(r):

Fachkundiger Prüfer der Fakultät für Maschinenwesen. Fachkundig Prüfende sind die Hochschullehrer der Fakultät, Junior-Fellows der Fakultät sowie Lehrbeauftragte oder Hochschullehrer anderer Fakultäten, die in dem Studiengang lehren.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis (Vorlesung, 2 SWS)
Pohl T [L], Poetzsch L, Senner V, Spielmann B

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Semesterarbeit (Term Project)

Lehr- und Lernmethoden:

Durch die Teilnahme am Modul Semesterarbeit üben die Studierenden Tätigkeiten einer Ingenieurin/eines Ingenieurs. Die Semesterarbeit ist als Projektarbeit konzipiert. Jede/r Studierende bearbeitet ein eigenes Projekt in selbständiger Einzelarbeit.

Jede/r Studierende bekommt einen eigene Prüferin/einen eigenen Prüfer zugeordnet. Diese/r unterstützt die/den Studierenden zu Beginn der Arbeit, indem sie/er in das Thema einführt, geeignete Literatur zur Verfügung stellt und Hinweise sowohl bei der fachlichen Arbeit als auch bei der Erstellung der schriftlichen Ausarbeitung gibt.

Medienform:

Eigenstudium; praktische Tätigkeit unter Anleitung einer/eines Prüfenden

Literatur:

Einschlägige Literatur zum gewählten Thema

Modulverantwortliche(r):

Fachkundiger Prüfer der Fakultät für Maschinenwesen

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Bereich Soft Skills (Social Skill Modules)

Wahlfächer Soft Skills (Elective Courses Social Skills)

Modulbeschreibung

MW2148: Master Soft Skill Workshops (Master Soft Skill Workshops)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 2	Gesamtstunden: 60	Eigenstudiumsstunden: 30	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Präsenz und aktive Teilnahme an insgesamt 16 Stunden Workshopzeit. Die individuell angepassten Workshops müssen alle drei Kompetenzbereiche (Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz) abdecken.

Prüfungsart: mündlich	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
---------------------------------	------------------------------	----------------------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfahrung mit Soft Skills Veranstaltungen auf Bachelorniveau. Bereitschaft zum Lernen mit interaktiven Lehrmethoden. Studium der empfohlenen Literatur vor Veranstaltungsbeginn. Teilnahme an der Kooperationsveranstaltung.

Inhalt:

Das Zentrum für Schlüsselkompetenzen hat das Ziel die Sozialkompetenz der Studierenden an der Fakultät für Maschinenwesen zu erweitern. Inhalt des Moduls sind an der jeweiligen Kooperationsveranstaltung thematisch angepasste Workshops zu den Kompetenzbereichen Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz. Diese Units werden von den Dozenten wissenschaftlich fundiert vermittelt. Ausgewählte Übungen und Gruppenaufgaben ermöglichen die Konzentration auf den im Workshop behandelten Themenbereich und schaffen eine an der Kooperationsveranstaltung orientierten Realität, in der die Studierenden soziale Verhaltensweisen unkompliziert trainieren können. Beispiele für Themen, die im Workshop behandelt werden, sind die Aspekte Führung und Kommunikation. Alle Termine werden mit aktivierenden Methoden durchgeführt. Neben Theorie-Inputs werden Seminarübungen durchgeführt und reflektiert.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an den Workshops sind die Studierenden in der Lage, zwischen der Dreiteilung in Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz zu unterscheiden. Im Bereich der Selbstkompetenz haben die Lernenden eine individuelle Haltung zu arbeitsrelevanten Themenbereichen entwickelt. Sie kennen den eigenen Lern- und Arbeitsstil. Die Studierenden sind fähig, selbstständig zu arbeiten und Prioritäten zu setzen. Im Bereich der Sozialkompetenz sind die Studierenden in der Lage, in der Interaktion mit anderen Menschen situationsangemessen zu handeln. Sie können differierende Meinungen reflektieren und zeigen konstruktives Konfliktverhalten. Zudem beherrschen die Lernenden die Regeln des Feedbacks. Im Bereich der Methodenkompetenz können die Studierenden Aufgaben und Probleme aufgrund einer sinnvollen Planung und Umsetzung von Lösungsstrategien adäquat behandeln. Sie sind in der Lage, Ziele zu analysieren und die gewählte Strategie zielgruppenspezifisch zu vermitteln. Die Lernenden schöpfen ihr kreatives Potenzial aus.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Veranstaltungen werden in Form von Workshops durchgeführt. Lehrmethoden, die in den Workshops Anwendung finden, sind der Dozentenvortrag, die Debatte sowie Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit. Die Workshops werden mit aktivierenden Methoden durchgeführt. Lerngespräche, Fallanalysen und gruppendynamische Aufgaben runden das erfahrungsorientierte Lernen in den Workshops ab.

Medienform:

Vortrag, Präsentation mit Powerpoint Folien, interaktive Gesprächsführung über Flipchart, Whiteboard und Pinnwand, Online-Lehrmaterialien.

Literatur:

Heierle, L. (2008): Schlüsselqualifikationen an Hochschulen. Theorie, empirische Untersuchung und konzeptionelle Überlegung, Saarbrücken: VDM Verlag. Kellner, H. (2006): Soziale Kompetenz für Ingenieure, Informatiker und Naturwissenschaftler, Wien: Carl Hanser Verlag.
 Mühleisen, S. / Oberhuber N. (2005): Karrierefaktor Soft Skills, Freiburg i.Br.: Rudolf Haufe Verlag.

Modulverantwortliche(r):

Spielmann, Birgit; Dr. phil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Master Workshops: Argumentieren lernen - So überzeugen Sie! (SOK-ARGUMENTIEREN) (Workshop, ,5 SWS)
 Poetzsch L [L], Poetzsch L

Individueller Schwerpunkt: Großgruppe Fit für den Berufseinstieg (ISP-BERUFSEINSTIEG) (Workshop, ,5 SWS)
 Pohl T [L], Poetzsch L, Pohl T

Master Workshops: Kompetenztraining - Entwickeln Sie Ihre Fähigkeiten in Auswahl-situationen (MEK-KOMPETENZ) (Workshop, ,5 SWS)
 Pohl T [L], Pohl T

Master Workshops: Authentizität - die Basis erfolgreicher Führung (SEK-AUTHENTIZITÄT) (Workshop, 1 SWS)
 Pohl T [L], Pohl T

Intensiv-Master-Workshop: Zweitägiger Block: Teamarbeit in Aktion (SEK-SOK-MEK-2ECTS) (Workshop, 1 SWS)
 Lösel S [L], Lösel S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2223: Soft Skill Trainings in Kooperationsprojekten (Soft Skill Trainings in Project Cooperations)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Zweisemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 2	Gesamtstunden: 60	Eigenstudiumsstunden: 44	Präsenzstunden: 16

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Präsenz und aktive Teilnahme an insgesamt 16 Stunden Workshopzeit. Die individuell angepassten Workshops müssen alle drei Kompetenzbereiche (Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz) abdecken.

Prüfungsart: mündlich	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
---------------------------------	------------------------------	----------------------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfahrung mit Soft Skills Veranstaltungen auf Bachelorniveau. Bereitschaft zum Lernen mit interaktiven Lehrmethoden. Studium der empfohlenen Literatur vor Veranstaltungsbeginn. Teilnahme an der Kooperationsveranstaltung.

Inhalt:

Das Zentrum für Schlüsselkompetenzen hat das Ziel die Sozialkompetenz der Studierenden an der Fakultät für Maschinenwesen zu erweitern. Inhalt des Moduls sind an der jeweiligen Kooperationsveranstaltung thematisch angepasste Workshops zu den Kompetenzbereichen Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz. Diese Units werden von den Dozenten wissenschaftlich fundiert vermittelt. Ausgewählte Übungen und Gruppenaufgaben ermöglichen die Konzentration auf den im Workshop behandelten Themenbereich und schaffen eine an der Kooperationsveranstaltung orientierten Realität, in der die Studierenden soziale Verhaltensweisen unkompliziert trainieren können. Beispiele für Themen, die im Workshop behandelt werden, sind die Aspekte Führung und Kommunikation. Alle Termine werden mit aktivierenden Methoden durchgeführt. Neben Theorie-Inputs werden Seminarübungen durchgeführt und reflektiert.

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Workshops sind die Studierenden in der Lage, zwischen der Dreiteilung in Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz zu unterscheiden. Im Bereich der Selbstkompetenz haben die Lernenden eine individuelle Haltung zu arbeitsrelevanten Themenbereichen entwickelt. Sie kennen den eigenen Lern- und Arbeitsstil. Die Studierenden sind fähig, selbstständig zu arbeiten und Prioritäten zu setzen. Im Bereich der Sozialkompetenz sind die Studierenden in der Lage, in der Interaktion mit anderen Menschen situationsangemessen zu handeln. Sie können differierende Meinungen reflektieren und zeigen konstruktives Konfliktverhalten. Zudem beherrschen die Lernenden die Regeln des Feedbacks. Im Bereich der Methodenkompetenz können die Studierenden Aufgaben und Probleme aufgrund einer sinnvollen Planung und Umsetzung von Lösungsstrategien adäquat behandeln. Sie sind in der Lage, Ziele zu analysieren und die gewählte Strategie zielgruppenspezifisch zu vermitteln. Die Lernenden schöpfen ihr kreatives Potenzial aus.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Veranstaltungen werden in Form von Workshops durchgeführt. Lehrmethoden, die in den Workshops Anwendung finden, sind der Dozentenvortrag, die Debatte sowie Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit. Die Workshops werden mit aktivierenden Methoden durchgeführt. Lerngespräche, Fallanalysen und gruppendynamische Aufgaben runden das erfahrungsorientierte Lernen in den Workshops ab.

Medienform:

Vortrag, Präsentation mit Powerpoint Folien, interaktive Gesprächsführung über Flipchart, Whiteboard und Pinnwand, Online-Lehrmaterialien.

Literatur:

Heierle, L. (2008): Schlüsselqualifikationen an Hochschulen. Theorie, empirische Untersuchung und konzeptionelle Überlegung, Saarbrücken: VDM Verlag. Kellner, H. (2006): Soziale Kompetenz für Ingenieure, Informatiker und Naturwissenschaftler, Wien: Carl Hanser Verlag.
Mühleisen, S. / Oberhuber N. (2005): Karrierefaktor Soft Skills, Freiburg i.Br.: Rudolf Haufe Verlag.

Modulverantwortliche(r):

Spielmann, Birgit; Dr. phil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Exklusives Angebot: McKinsey Design to value and negotiation strategy - Produktionskosten in der Praxis senken (Workshop, 1 SWS)
Pohl T [L], Poetzsch L

Exklusives Angebot: Inensity Innovationen managen (Workshop, 1 SWS)
Pohl T [L], Pohl T

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Wahlpflichtbereich Mastermodule (Required Elective Master Modules)

Kernkompetenzen in Luft- und Raumfahrt (Principal Competencies in Aerospace)

Modulbeschreibung

MW0510: Flugantriebe I und Gasturbinen (Flight Propulsions I and Gas Turbines) [FA1]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die schriftliche Prüfung umfasst einen Kurzfragenteil, in dem die Inhalte der Vorlesung wiederzugeben sind, sowie Berechnungsaufgaben zur Auslegung und Thermodynamik (Kreisprozesse und Komponenten) von Fluggasturbinen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Thermodynamik 1 (empfohlen)

Inhalt:

Einführung [Klassifizierung und Anwendungsbereiche von Wärmekraftmaschinen; Prinzip der kontinuierlichen und diskontinuierlichen Arbeitsumsetzung; Aufbau einer Gasturbine;

Einblick in die Marktsituation];

Der thermodynamische Kreisprozess [Gaseigenschaften: Thermische und energetische Zustände, Stoffeigenschaften; Hauptsatz der Thermodynamik; Enthalpie- und Entropiebilanz; Isentrope und polytrope Zustandsänderung; h-s-Diagramme, Divergenz der Isobaren, totale und statische Zustände; Joule-Brayton Prozess: Berechnung, Optimierung hinsichtlich thermischen Wirkungsgrades und Nutzarbeit, Prozessparameter, Limitationen];

Prozessführung bei Flugtriebwerken [Randbedingungen von Fluggasturbinen; Ebenenbezeichnung; Kreisprozessführung bei unterschiedlichen Triebwerkskonfigurationen; Schubgleichung; Leistungen und Wirkungsgrade; Triebwerksauslegung und Optimierung];

Verdichter [Gasdynamische Grundlagen; Anforderungen und Aufgaben; thermodynamischer Prozess der Verdichtung; aerodynamische Verhältnisse im Mittelschnitt - Verständnis von Absolut- und Relativsystem; Geschwindigkeitsdreiecke; Eulersche Hauptgleichung für Turbomaschinen, ideale Stufencharakteristik; aerodynamische Instabilitäten (Rotating Stall, Pumpen); stabilitätssteigernde Maßnahmen];

Turbine [Aufgaben und Anforderungen; Bedeutung der Turbineneintrittstemperatur (TET) für die Prozessführung und Notwendigkeit der Schaufelkühlung; Arten der Kühlung und konstruktive Umsetzung; mechanische und thermische Belastbarkeit in Abhängigkeit vom eingesetzten Material; thermo- und aerodynamische Verhältnisse]; Brennkammer [Anforderungen an die Brennkammer und Bedeutung für den Kreisprozess; thermodynamische Grundlagen der Verbrennung; Brennkammerbauweisen sowie deren Vor- und Nachteile; Konzepte der schadstoffarmen Verbrennung; Brennkammerkühlung sowie Bedeutung des Temperaturprofils am Brennkammeraustritt];

Schub- und Leistungsabgabe [Turbojet, Turbohaft, Turbofan, Schubvariation, Schub- und Verbrauchslinie].

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung Flugantriebe 1 und Gasturbinen sind die Studierenden in der Lage:

- Den Aufbau von Fluggasturbinen inklusive aller systemrelevanten Komponenten zu verstehen und Unterschiede hinsichtlich verschiedener Konfigurationen zu charakterisieren
- Den thermodynamischen Kreisprozess einer Gasturbine zu berechnen sowie wichtige daraus resultierende Kennzahlen zu bewerten
- Die Funktionsweise der wichtigsten Komponenten von Gasturbinen (Verdichter, Turbine, Brennkammer) zu verstehen und ihr Betriebsverhalten einzuschätzen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation mit Tablet-PC und Tafelanschrieb vermittelt. Den Studenten wird dabei das Themengebiet an Hand von vielen Beispielen aus der Praxis nähergebracht. Den Studierenden wird die Foliensammlung zur Vorlesung, die Aufgabensammlung zur Übung sowie wöchentlich die Lösungen zu den Übungsaufgaben zugänglich gemacht. In der Übung werden die Aufgaben aus der Aufgabensammlung behandelt. Alle Lehrmaterialien werden den Studenten online in PDF-Form zur Verfügung gestellt. In den Assistentensprechstunden wird individuelle Hilfe gegeben.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Tafelanschrieb, Tablet-PC mit Beamer, PDF-Dateien von Vorlesung und Übung

Literatur:

Bräunling, W. J. G.: "Flugzeugtriebwerke - Grundlagen, Aero-Thermodynamik, Kreisprozesse, Thermische Turbomaschinen, Komponenten und Emissionen", 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, 2009

Modulverantwortliche(r):

Gümmer, Volker; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Flugantriebe 1 und Gasturbinen (Übung, 1 SWS)
Gümmer V [L], Eckel J, Kerler M, Zimmermann A

Flugantriebe 1 und Gasturbinen (Vorlesung, 2 SWS)
Gümmer V [L], Gümmer V (Kerler M, Zimmermann A)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0832: Flugsystemdynamik I (Flight System Dynamics I) [FSD I]

Flugleistungen

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

2 Teile:	Teil 1:	Kurzfragen (45 min)	Teil 2:	Berechnungsaufgaben (45 min)	erlaubte
Hilfsmittel:	Teil 1:	keine Hilfsmittel	Teil 2:	schriftliche Aufzeichnungen	
	(Skripte, Bücher, Mitschriften, ...),		NICHT-programmierbarer Taschenrechner		Gewichtung:
	50% Kurzfragen,		50% Berechnungsaufgaben		

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90 min	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Die Vorlesung Flugsystemdynamik gewährt einen Einblick in die Flugleistungsrechnung und erklärt anhand von analytischen Näherungen für die Kräfte aus Aerodynamik, Antrieb und Schwerkraft die flugdynamischen Zusammenhänge. Ausgehend von der Definition einer einheitlichen Nomenklatur werden zunächst die nichtlinearen Bewegungsgleichungen dargestellt, aus welchen dann verschiedene stationäre Flugzustände, wie Gleitflug und Kurvenflug aber auch Gleichungen für Flugabschnitte wie den Streckenflug hergeleitet werden. Aus den Gleichungen werden dann unterschiedliche Optimalzustände, die FLUGLEISTUNGEN, berechnet. Als Beispiele dafür können der minimale Gleitwinkel eines Segelflugzeuges oder die maximale Reichweite eines Verkehrsflugzeuges genannt werden. Die Inhalte aus der Vorlesung werden in einer Übung, in der Beispielrechnungen präsentiert werden, vertieft.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen ist der Studierende in der Lage, die Zusammenhänge in der Flugleistungsrechnung zu verstehen.
 Nach der Teilnahme der Modulveranstaltungen ist der Studierende in der Lage, Flugleistungsberechnungen, wie sie beim Vorentwurf von Flugzeugen üblich sind, anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Vortrag Präsentation, Beispielrechnungen, Flugsimulationen

Medienform:

Skript zur Vorlesung
 PPT-Präsentation

Übungsaufgaben

Literatur:

Roskam, J.: Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Control, Part I and II, DARCorporation, Lawrence, KS, 1998, www.darcorp.com

Sevens, B.L. & Lewis F.L.: Aircraft Control and Simulation, John Wiley & Sons, New York, NY, 1995

Schmidt L.V.: Introduction to Aircraft Dynamics, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, VA, 1998, www.aiaa.org

Abzug, M.J.: Computational Flight Dynamics, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, VA, 1998, www.aiaa.org

Hafer, X. & Sachs, G.: Flugmechanik - Moderne Entwurfs- und Steuerungskonzepte, 3. Auflage, Springer, Berlin, 1993

Russel, J.B.: Performance and Stability of Aircraft, John Wiley & Sons, Baffins Lane, 1998

Modulverantwortliche(r):

Holzappel, Florian; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zur Flugsystemdynamik 1 (Übung, 1 SWS)

Holzappel F [L], Holzappel F (Grüter B)

Flugsystemdynamik 1 (Vorlesung, 2 SWS)

Holzappel F [L], Holzappel F (Grüter B)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0833: Flugsystemdynamik II (Flight System Dynamics II) [FSD2]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Am Ende der Veranstaltung wird eine schriftliche Prüfung bestehend aus einem Kurfragen- und Berechnungsteil angeboten.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	120	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Flugsystemdynamik 1

Inhalt:

Vorlesungskapitel:

- Koordinatensysteme in der Flugsystemdynamik
- Kinematik und nichtlineare Bewegungsgleichungen
Bewegungsgleichungen für Translation, Rotation, Lage und Position
- Modelle zur Beschreibung der externe Kräfte und Momente am Flugsystem: lineare aerodynamische Modelle, Antriebskräfte
- Beschreibung stationäre Flugzustände:
Horizontalfly, Steigflug, Abfangbogen, koordinierter Kurvenflug
- Beschreibung der Kräfte und Momente in der Längsbewegung
- Statische Stabilität und Steuerbarkeit in der Längsbewegung
- Beschreibung der Kräfte und Momente in der Seitenbewegung
- Statische Stabilität und Steuerbarkeit in der Seitenbewegung
- Linearisierte Bewegungsgleichungen
- Lineare Systemtheorie
- Eigenbewegungsformen in der Längsbewegung
- Eigenbewegungsformen in der Seitenbewegung

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung ist der/ die Studierende in der Lage, komplexe Simulationsmodelle von Flugsystemen zu erstellen und zu analysieren. Während der Vorlesung erwirbt der Student die Fähigkeit stationäre Flugzustände, Flugleistungen und Flugeigenschaften zu bestimmen und das linearisierte dynamische Verhalten des Flugsystems zu untersuchen.

Lehr- und Lernmethoden:**Medienform:**

Powerpoint-Folien, Aufgabenblätter, Formelsammlung

Literatur:

B. L. Stevens & F. L. Lewis : Aircraft Control and Simulation, John Wiley & Sons, New York, NY, 1992

B. Etkin & L. D. Reid : Dynamics of Flight - Stability and Control, 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York, NY, 1995

Jan Roskam : Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Controls, Part I & II 2., DARCorporation, Lawrence, KS, 1998, www.darcorp.com

Modulverantwortliche(r):

Holzapfel, Florian; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0007: Aerodynamik des Flugzeugs I (Aerodynamics of Aircraft I) [Aero I]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer 90-minütigen, schriftlichen Klausur erbracht, in der das Erreichen sämtlicher Lernergebnisse überprüft wird. In einem Kurzfragenteil sollen die Studierenden demonstrieren, dass sie die Grundlagen der Unterschallaerodynamik von Profilen und Tragflügeln sowie theoretische Modelle und experimentelle Methoden der Strömungsmechanik und Aerodynamik verstehen. Durch die Bearbeitung von Rechenaufgaben soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln Probleme der Unterschallaerodynamik des Flugzeugs erkennen und Wege zu deren korrekten Lösung finden. Dabei sollen die Studierenden unter Anderem zeigen, dass sie die potentialtheoretischen Berechnungsmethoden beherrschen.

Zugelassene Hilfsmittel für die Prüfung:

Teil 1 - Kurzfragenteil: keine, Ausnahme: nicht programmierbarer Taschenrechner

Teil 2 - Aufgabenteil: Aufgabensammlung, Skripten, Bücher, etc., nicht programmierbarer Taschenrechner

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Fluidmechanik I, Fluidmechanik II

Inhalt:

Das Modul Aerodynamik des Flugzeugs I vermittelt die Grundlagen der Berechnung und der Analyse der auf ein Fluggerät wirkenden Luftkräfte und gehört somit zur ingenieurwissenschaftlichen, anwendungsbezogenen Ausbildung. Auf Aerodynamik des Flugzeugs I bauen weiterführende Vorlesungen in den folgenden Semestern auf. Inhalte: (1) Grundbegriffe und Grundlagen, (2) Missions- und flugmechanische Aspekte, (3) Potentialtheorie, (4) Integralgleichung der ebenen Tragflügeltheorie, (5) Profiltheorie und Profilsystematiken, (6) Tragflügeltheorie, (7) Profilentwurf und Optimierung, (8) Experimentelle Aerodynamik.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- Strömungsphysikalische Phänomene der Unterschallaerodynamik von Profilen und Tragflügeln zu verstehen und zu charakterisieren
- Grundlegende theoretische Modelle der Strömungsmechanik und Aerodynamik zu verstehen
- Die potentialtheoretische Berechnung für Profil- (Tropfen- und Skeletttheorie) und Tragflügel (Traglinientheorie) nachzuvollziehen und anzuwenden
- die Profil- und Tragflügelaerodynamik für Unterschallbedingungen mit dieser Berechnungsmethodik zu ermitteln

- aerodynamische Größen anhand der Anforderungen aus Mission und Flugmechanik zu bestimmen
- mit Profilsystematiken vertraut zu sein
- die beim Profilentwurf relevanten Phänomene zu verstehen
- Anforderungen an die experimentelle Aerodynamik unter Nutzung von Windkanälen einzuordnen

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Anschrieb mittels Folien, Tablet-PC und Beamer vermittelt. Die Theorie wird mittels Beispielen veranschaulicht. Den Studierenden werden eine Foliensammlung, ein ergänzendes Skript, sowie ein Sammlung von Übungsaufgaben online zugänglich gemacht. Die Übung gliedert sich in zwei Teile. In einem ersten Abschnitt werden mittels Tablet-PC zu den jeweiligen Aufgaben Lösungswege präsentiert und Aufgaben vorgerechnet. Im zweiten Abschnitt wird den Studierenden im Rahmen einer rechnergestützten Zusatzübung der Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis verdeutlicht.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht, Übungen am Computer

Literatur:

Vorlesungsmanuskript, Übungsaufgabensammlung.

Modulverantwortliche(r):

Breitsamter, Christian; Apl. Prof. Dr.-Ing. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Aerodynamik des Flugzeugs I (MW0007) (Vorlesung, 2 SWS)

Breitsamter C

Übung zu Aerodynamik des Flugzeugs I (MW0007) (Übung, 1 SWS)

Breitsamter C (Pfnür S, Rosov V)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0047: Flugzeugentwurf (Aircraft Design) [FZE]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung werden die vermittelten Inhalte in Form von Kurzfragen und Berechnungsaufgaben abgefragt.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Luftfahrtsysteme

Inhalt:

- Einführung (Geschichte, Gesamtentwurf Vorentwurf)
- Baugruppen (Geometrie, Baugruppen bei Transport- und Kampfflugzeugen)
- Aerodynamik (Auftrieb, Profilauftrieb, 3D-Effekte/Pfeilung, Unterschall, Überschall, Transsonik, Nichtlinearer Auftrieb, Hochauftriebssystem, Widerstand, Widerstandsreduktion, Stabilität)
- Gewichte und Massen (Statistische Auswertung der Systemmassen, Rumpfmasse, Tragflächenmasse, Leitwerksmasse, Fahrwerksmasse, Triebwerksmasse, Wachstumsfaktoren)
- Triebwerk (Triebwerkstypen, Schubcharakteristik, Verbrauch, Geometrie und Massen, Installation und Integration)
- Stealthigenschaften
- Punktleistungen (Spezifische Überschussleistung (SEP), Wendraten (Turn Rates))
- Missionsleistungen (Missionsprofile, Missionssegmente)
- Auslegungsdiagramm (Auslegungspunkt/-bereich, Grenzen, Parametervariation)
- Numerischer Entwurfsprozess (Parametrische Optimierung)

Lernergebnisse:

Die Vorlesung Flugzeugentwurf vertieft aufbauend auf der Grundlagenvorlesung Luftfahrtsysteme verschiedene aktuelle Entwurfsmethoden und relevante Auslegungswerkzeuge für den angewandten Entwurf von Flächenflugzeugen. Mit dem gleichzeitigen Heranführen an die Flugzeugentwurfssystematik sollen die Studenten damit in die Lage versetzt werden, sowohl einzelne Komponenten des Flugzeuges mit Blick auf das Gesamtflugzeug #auszulegen, als auch die Flugzeugkonfiguration insgesamt übergreifend so zu definieren, dass sie den aktuellen Anforderungen hinsichtlich der Sicherheit, der Wirtschaftlichkeit, des Komforts, der Umwelt und der Flugleistungen gerecht wird.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Ein Skript in Form einer Foliensammlung wird den Studierenden zugänglich gemacht (als pdf und in Papierform). In der

Übung werden die erlernten Grundkenntnisse in praktischen Berechnungsaufgaben angewandt und vertieft. Angaben zu den Übungsaufgaben stehen den Studierenden zur Verfügung. Eigene Mitschrift in der Übung wird von den Studierenden erwartet. Individuelle Hilfe kann in der zugehörigen Sprechstunde gegeben werden.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Skript, Tafelanschrieb, Tablet-PC mit Beamer, Online-Lehrmaterialien

Literatur:**Modulverantwortliche(r):**

Hornung, Mirko; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übungen zu Flugzeugentwurf (Übung, 1 SWS)

Hornung M

Flugzeugentwurf (Vorlesung, 2 SWS)

Hornung M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0063: Luft- und Raumfahrtstrukturen (Aerospace Structures) [LuRS]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Problemstellungen anzuwenden. Dabei orientieren sich die Fragestellungen am Vorlesungs- und Übungsstoff

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

- erfolgreich absolviertes Bachelorstudium im Maschinenwesen und seinen Studiengängen, Chemieingenieurwesen, Physik, Materialkunde, Ingenieurwissenschaften
- Leichtbau (empfohlen)

Inhalt:

- Anforderungen an typische Luft- und Raumfahrtstrukturen
- Werkstoffe und Bauweisen bei
 - * Flugzeugen
 - * Trägersystemen
 - * Satelliten, und deren Komponenten
- Praktische Grundlagen der Aeroelastik
- Lastermittlung bei Flugzeugen und Satelliten
- Bauteilstabilität
- Entwicklungs- und Verifikationsprozesse
- Arbeiten mit Handbüchern
- Demonstrations- und Übungsbeispiele
- zukünftige Entwicklungen

Lernergebnisse:

- Anwenden der allgemeinen Konstruktionsprinzipien Luft- und Raumfahrt und Bewertung von deren Vor und Nachteile
- Kenntnis der wichtigsten Leichtbaumaterialien
- Fähigkeit, anhand konzeptioneller Überlegungen und Rechenbeispielen Vorauslegungen und Abschätzungen für Luft- und Raumfahrtstrukturen zu treffen
- Fähigkeit, unterschiedliche Testszenarien, sowie zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen zum Zweck der Strukturverbesserung je nach Anforderung gezielt auszuwählen
- Fähigkeit, eine gegebene Lösung für eine technische Problemstellung zu bewerten und eigenständige Verbesserungsvorschläge zu schaffen.

Lehr- und Lernmethoden:

- Eigenstudium (Lernen) der Fachbegriffe und grundlegende Zusammenhänge
- Ergänzen des Lehrstoffes durch Studium der empfohlenen Literatur
- Formelmäßige Zusammenhänge werden wahlweise am Tablet-PC oder an der Kreidetafel hergeleitet, die Ergebnisse diskutiert und analysiert
- Übungsaufgaben, deren Angaben die Studierenden vor der Übungsstunde zur Verfügung haben, werden vorgerechnet, die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Plausibilität diskutiert
- Eingehende Diskussion von Fallbeispielen anhand von Anschauungsobjekten
- Eigenständiges Erarbeiten typischer Problemstellungen in Kleingruppen mit anschließender Vorstellung des Lösungsansatzes und Diskussion

Medienform:

- Präsentation in Powerpoint (Bilder / Diagramme)
- Herleitung von mathematischen Beziehungen und Einbettung in die Powerpoint-Präsentation
- Demonstrationen an Beispielen (Hardware)
- Vorrechnen und Diskutieren von Übungsbeispielen
- Gruppenübungen (Kleingruppen)

Literatur:

- die erstellten Powerpoint-Präsentationen werden über das E-learning-Portal zur Verfügung gestellt
- es wird ein Umdruck zur Verfügung gestellt, der den Lehrstoff vollständig beinhaltet
- auf Wunsch werden Hinweise auf weitere Literatur gegeben

Modulverantwortliche(r):

Baier, Horst; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0124: Systems Engineering (Systems Engineering) [SE]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Problemstellungen aus der Vorlesung und Übung anzuwenden. Die schriftliche Prüfung unterteilt sich in zwei Teilbereiche. Im ersten Teil der Prüfung werden theoretischen Grundlagen aus der Vorlesung geprüft (Fragenteil). Im zweiten Teil werden praktische Problemstellungen hauptsächlich aus der Übung rechnerisch gelöst (Rechenteil).

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

Inhalt:

Ingenieure in Industrie und Wissenschaft müssen fähig sein, Projekte erfolgreich zu planen und durchzuführen. Für das Management von komplexen, interdisziplinären Aufgaben wurden in den vergangenen Jahrzehnten verschiedene systemtechnische Methoden entwickelt. Diese Methoden und Prozesse können in allen Bereichen der Industrie und Wissenschaft angewendet werden.

Die Vorlesung beinhaltet: Systemdefinition, mathematische und konzeptionelle Grundlagen, Modellierung und Simulation von Systemen, Systemoptimierung durch lineare und dynamische Programmierung, Bewertungsmethoden, Grundlagen der Entscheidungstheorie und systemtechnisches Management. Weiterhin werden Methoden für die Planung, Überwachung und Durchführung von Projekten im Hinblick auf Technologie, Zeit und Kosten behandelt. Die verschiedenen Methoden werden in Übungen mit Beispielen aus dem Luftfahrtbereich, allgemeiner Maschinenbau, Transportsysteme und Sicherheitstechnik, dargestellt und verifiziert.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung Systems Engineering sind die Studierenden in der Lage, komplexe technische Systeme zu verstehen und zu bewerten. Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage technische Problemstellungen eigenständig zu analysieren, bewerten und eigene Lösungsvorschläge zu erarbeiten um unterschiedliche Problemstellungen aus der Praxis zu lösen. Außerdem können die Studierenden nach Abschluss dieses Moduls eigenständig Projekte bewerten, deren Erfolgsfaktoren identifizieren und Maßnahmen für den erfolgreichen Abschluss ergreifen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Tafelanschrieb

Literatur:

Systems Engineering - Methodik und Praxis W.F. Daenzer, F. Haberfellner, ISBN 3-85743-998-X

Einstieg ins Systems Engineering - Optimale, nachhaltige Lösungen entwickeln und umsetzen, Rainer Züst, ISBN 3-85743-721-9

Operations Research: An Introduction H.A. Taha, ISBN 0-13-048808-9

Objektorientierte Softwaretechnik - mit UML, Entwurfsmustern, Java Bernd Brügge, Allen H. Dutoit, ISBN 3-8273-7082-5

Modulverantwortliche(r):

Brandstätter, Markus; Dipl.-Inf. (Univ.)

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1628: Angewandte CFD (Applied CFD)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Erzielen sämtlicher Lernergebnisse wird in Form einer schriftlichen Prüfung (60% der Modulnote) und einer Projektarbeit (40% der Modulnote) überprüft.

In der 60-minütigen, schriftlichen Prüfung sollen Studierende durch Beantwortung von Fakten- und Verständnisfragen zeigen, dass Sie die Grundlagen der in aktuellen Strömungssimulationswerkzeugen verfügbaren Modelle und Methoden verstanden haben. In der schriftlichen Prüfung sind (bis auf das Schreibwerkzeug) keine Hilfsmittel zugelassen.

Durch die Projektarbeit mit einer Bearbeitungszeit von acht Wochen soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden mit Hilfe eines kommerziellen Softwarepakets ein realitätsnahes, strömungsmechanisches Problem lösen können. In einem Bericht zum Projekt müssen Studierende demonstrieren, dass sie die erzielten Simulationsergebnisse kritisch analysieren und richtig bewerten können. Der abzugebende Bericht mit einem Umfang von ca. zehn Seiten kann in Einzel- oder in Gruppenarbeit erstellt werden; genauere Vorgaben werden rechtzeitig in der Vorlesung bekanntgegeben.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	
		Vortrag:	Hausarbeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Fluidmechanik I, Fluidmechanik II, Grundlagen der numerischen Strömungsmechanik;
Vorheriges oder paralleles Absolvieren des Moduls "Turbulente Strömungen" ist vorteilhaft.

Inhalt:

Das Modul Angewandte CFD bietet eine Einführung in die numerische Strömungsmechanik. Die Vorlesung umfasst (1) Grundlagen der mathematischen, physikalischen und numerischen Modellierung turbulenter Strömungen, (2) Methoden zur numerischen Lösung der Navier-Stokes-Gleichungen, (3) Randbedingungen, (4) die Erzeugung geeigneter Rechengitter, (5) Visualisierung und Bewertung von Simulationsergebnissen. Ebenfalls Teil der Veranstaltung ist (6) ein Rechnerpraktikum in dem die praktische Anwendung des Softwarepaket ANSYS CFX / ICEM erlernt wird und Simulationen durchgeführt werden.

Lernergebnisse:

Die Studierenden verfügen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls Angewandte CFD über folgende Fähigkeiten: (1) Verständnis der in aktuellen Strömungssimulationswerkzeugen verfügbaren Modelle und Methoden, (2) Aufsetzen und Durchführung von Strömungssimulationen, (3) Analyse und Bewertung von Simulationsergebnissen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Anschrieb mittels Folien, Tablet-PC und Beamer vermittelt. Die Theorie wird mittels Beispielen veranschaulicht. Den Studierenden werden eine Foliensammlung online zugänglich gemacht.

Im Rechnerpraktikum wird den Studierenden eine Anleitung zur Bedienung des Softwarepakets ANSYS CFX/ICEM bereitgestellt, mit der sie vorgegebene Aufgabenstellungen selbstständig bearbeiten und die Simulationsumgebung kennenlernen. Das theoretische Wissen aus der Vorlesung und die praktischen Fertigkeiten aus dem Rechnerpraktikum wenden die Studierenden im Projekt an, um eine Strömungssimulation mit vorgegebenen, realitätsnahen Geometrien selbstständig durchzuführen und zu analysieren.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht, Rechnerpraktikum

Literatur:

Vorlesungsfolien. Ferziger und Peric: "Computational Methods for Fluid Mechanics", Anderson: "Computational Fluid Mechanics", Wilcox: "Turbulence Modeling for CFD"

Modulverantwortliche(r):

Stemmer, Christian; PD Dr.-Ing. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Angewandte CFD (MW1628) (Übung, 1 SWS)
Giglmaier M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2120: Raumfahrtantriebe 1 (Spacecraft Propulsion 1)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Der Erfolg wird in einer schriftlichen Klausur überprüft, die sich aus zwei etwa gleich großen Teile zusammensetzt, die gleich gewichtet werden. In einem Kurzfragenteil wird der Kenntnisstand der fachspezifischen Grundbegriffe der Raketentechnik und wesentlicher Grundlagen dazu überprüft. Im anschließenden Berechnungsteil wird überprüft ob der Student die in der Vorlesung vorgestellten mathematischen Beziehungen auf verschiedene Problemstellungen im Bereich der Flüssigkeits- und der Feststoffantrieben anwenden kann. Die schriftliche Klausur dauert insgesamt 90 Minuten: 45 Minuten für den Kurzfragenteil und 45 Minuten für den Berechnungsteil. Für den Kurzfragenteil sind keine Hilfsmittel erlaubt, während für den Berechnungsteil sind alle Hilfsmittel erlaubt. Die schriftliche Klausur wird jedes Semester sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch angeboten.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Thermodynamik 1, Fluidmechanik, Gasdynamik

Inhalt:

In der Vorlesung Raumfahrtantriebe 1 werden die Grundlagen der Raketenantriebstechnik am Beispiel kommerzieller Raumtransportsysteme vermittelt. Neben den Grundbegriffen der Bahnmechanik werden detailliert die für Raketentriebwerke typischen Charakteristiken vorgestellt und diskutiert. Die für die Raumfahrt besonders wichtige Gruppe der Flüssigkeitsraketentriebwerke bildet innerhalb der Vorlesung einen Themenschwerpunkt. Ausführlich werden Treibstoffe und Bauweisen, die einzelnen Schubkammerkomponenten und die Turbopumpenaggregate erläutert. Sich für den Bereich der Satelliten- und Hilfsantriebe ergebende Besonderheiten werden gesondert besprochen. Im Weiteren wird für die Gruppen der Feststoff- und Hybridantriebe, der Staustrahlantriebe, sowie der elektrischen und nuklearen Raketenantriebe auf die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften eingegangen. Neben den Grundlagen werden auch Besonderheiten aktueller Triebwerksentwicklungen vermittelt sowie Einblicke in das industrielle Umfeld und die europäische Organisation des Raketenantriebes gewährt.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Veranstaltung Raumfahrtantriebe 1 können die Studierenden wichtige Begriffe der Raketentechnik definieren und wesentliche Einflussgrößen benennen. Sie sind in der Lage, die Komplexität der Vorgänge in Raketenantrieben zu verstehen. Es ist ihnen möglich, reale Raketentriebwerke anhand vereinfachter Ersatzmodelle hinsichtlich wesentlicher Charakteristiken zu analysieren und anhand ihrer Leistungskennzahlen zu bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag und Präsentation vermittelt. Im Sommersemester wird die Vorlesung auf Deutsch und im Wintersemester auf Englisch gehalten. Begriffe und Grundbeziehungen von Raketenantrieben werden vorgestellt und anhand von realen Anwendungen oder Rechenbeispielen vertieft. Die Präsentationsfolien der Vorlesung und weiterführende Informationen, sowie Übungsaufgaben zu realitätsnahen Triebwerken mit dazugehörigen Musterlösungen und ein umfassender Fragenkatalog zur eigenständigen Bearbeitung und Überprüfung des Vorlesungsinhalts werden über die TUM-Lernplattform zur Verfügung gestellt. Eine spezielle Prüfungsfragstunde wird kurz vor dem Prüfungstermin abgehalten. Individuelle Fragen können direkt nach der Vorlesung mit den Dozenten oder in der Assistentensprechstunde (Termin nach Vereinbarung) diskutiert werden. Das Modul wird durch eine nicht-verpflichtende Lehrexkursion ergänzt.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Laptop-PC mit Beamer, Foliensammlung. In der Übung werden wichtige Zusammenhänge wiederholt und eine Übung wird vorgerechnet. Weitere Übungsaufgabe mit Musterlösungen werden zum Selbststudium zur Verfügung gestellt.

Literatur:

George P. Sutton, Oscar Biblarz: "Rocket Propulsion Elements"; 7th Ed., Wiley-Interscience, 2000, ISBN 0-471-32642-9

Modulverantwortliche(r):

Haidn, Oskar; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Exercise Space Propulsion 1 (Übung, 1 SWS)

Beck P [L], Beck P

Space Propulsion 1 (Vorlesung, 2 SWS)

Beck P [L], Haidn O

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2132: Raumfahrzeugentwurf (Spacecraft Design) [RFE]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer 120-minütigen, schriftlichen Prüfung sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Problemstellungen aus Vorlesung und Übung anzuwenden. Die schriftliche Prüfung besteht aus ca. 10 bis 30 Einzelproblemen, die den gesamten Vorlesungsinhalt abdecken. Es sind sowohl Kurzfragen, Verständnisfragen, als auch quantitative ingenieurwissenschaftliche Problemlösungen zu ungefähr gleichen Anteilen enthalten. Geprüft wird vor allem das Verständnis der raumfahrttechnischen Ingenieurlösungen und die Anwendung der gängigen Auslegungsmethoden. Studierende müssen unter Beweis stellen, dass sie in der Lage sind, die in der Raumfahrttechnik auftretenden Einflussfaktoren und deren komplexe Zusammenhänge zu verstehen, und die daraus auf die Raumfahrzeugauslegung und die Mission resultierenden Anforderungen erfassen und anhand von Abschätzungen machbare Lösungen finden können. Für die Bearbeitung der Prüfung wird den Studenten eine Formelsammlung bereitgestellt. Außer einem nichtprogrammierbaren Taschenrechner sind sonst keine weiteren Hilfsmittel erlaubt.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
	120	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

BS Vorlesung: "Grundlagen der Raumfahrttechnik (TUM-LRT, Prof. Walter, Wiley-VCH, ISBN 3-527-40685-9) oder vergleichbare Bachelor Vorlesung. Universitätskenntnisse in Mathematik und Physik. Abgeschlossener BS in Ingenieurwissenschaften.

Inhalt:

Diese Übersichtsvorlesung stellt Designprozesse und Raumfahrttechnologien wie folgt vor:

- " Designprozesse und Einführung Raumfahrzeuge und deren Subsystems, Systemdesign.
- " Nutzlasten und Nutzlastsysteme: Wissenschaftsexperimente und deren Sensorik. Bemannte / unbemannte Raumfahrzeuge, Explorationssysteme, Surface Systems. Kommunikations-Nutzlasten.
- " Data Handling and Communications: Kommunikationsstrukturen; Link-Budgets; Atmosphäreneinfluss; Antennen; Telemetrie & Command TT&C; Kanalkodierung; Error Correction; Modulation; Frequenzbänder
- " Energieversorgung: Energiequellen im Weltraum; Solarzellen; Energiespeicher & Laderegulung; Brennstoffzellen; RTGs & Kernreaktoren; Solardynamische Anlagen; Batterien
- " Thermalkontrolle: Strahlungswärme-Bilanz; Thermal-Modellierung; Thermalkontroll-Maßnahmen
- " Sensorik und Aktuatoren zur Satellitendynamik und Regelung.
- " Mechanische Systeme und Struktur.
- " Subsystem-Komponenten und Nutzlastqualifikationsprozesse, Schnittstellen, Sicherheit-, Funktions-, Umgebungstest. Verifizierung und Validierung.
- " System Integration und Test: Funktions- und Qualifikationstests, Umweltkompatibilitätstest, Modellverifizierung,

Testprozesse
" Operationskonzepte.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die komplexen Zusammenhänge zwischen Weltraumumwelt, Raumfahrtssystemen, deren Mission und den Ingenieurlösungen zu verstehen. Sie wissen, wie man Anforderungen an ein System stellt, und mögliche Systemlösungen erarbeiten kann. Sie sind in der Lage, mögliche Systemanalysen und Lösungsoptimierungen aufzustellen und durchzuführen. Nach Besuch der Veranstaltung können die Studenten Raumfahrtssysteme auf Missionslevel auslegen und besitzen grundlegende Basiskennnisse, die für eine Gesamtsystemkompetenz und Designprozess-verständnis benötigt werden. Kenntnisse über Funktion, Auslegungsoptionen und Charakteristiken der verschiedenen Subsysteme werden vermittelt. Prozesse des Raumfahrzeugentwurfs werden praxisnah vermittelt.

Lehr- und Lernmethoden:

Die technischen Inhalte werden in der Vorlesung in Theorie und Anwendungsbeispielen dargelegt, und in der begleitenden Übung wichtige Kernpunkte und Anwendungen praxisnah wiederholt und vertieft behandelt. Die Studenten lernen anhand von Überschlagsrechnungen und Abschätzungen Systemauslegungen durchzuführen. Die Übung gibt darüber hinaus Beispiele und Informationen zu aktuellen Themen in der Raumfahrt. Zur Vorlesungsnacharbeit wird eigenständige Recherche, Problembearbeitung und Literaturchsicht erwartet und ist Teil der Prüfung.

Medienform:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Unterstützend werden kurze Filme und Anschauungsobjekte gezeigt. Vortragsmaterial steht elektronisch zur Verfügung und ersetzt ein Skript.

Literatur:

Für Studenten ohne Vorkenntnisse wird für die Weltraumphysik das Buch "Astronautics" von TUM Professor U.Walter zur eigenständigen Vorbereitung der Grundlagen empfohlen, und für eine allgemeinere Abhandlung das Buch "Understanding Space: An Introduction to Astronautics with website (Space Technology Series)". Beide Bücher auf Englisch.

Vorlesungsbegleitend und auch als Referenz für den Beruf werden empfohlen:

1. Handbuch der Raumfahrttechnik, 4. Ausgabe, W. Ley, K.Wittmann, W. Hallmann (Herausgeber), Hanser Verlag, 2011, ISBN 978-3-446-41185-2, ca. ↗ 149,-
2. alternativ auf Englisch: "Handbook of Space Technology (Library of Flight)" [Englisch], Wilfried Ley, Klaus Wittmann, Willi Hallmann, ca. ↗105.
3. Space Mission Engineering: The New Smad [Englisch], James Richard Wertz, ca. ↗105., or
4. V.L. Pisacane, R.C.Moore (eds.) "Fundamentals of Space Systems".

Modulverantwortliche(r):

Walter, Ulrich; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Raumfahrzeugentwurf (Übung, 1 SWS)
Rott M [L], Appel N

Raumfahrzeugentwurf (Vorlesung, 2 SWS)
Rott M [L], Rott M, Appel N

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2228: Aeroelastik (Aeroelasticity)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Prüfungsart: schriftlich oder mündlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
Hausaufgabe: Ja		

(Empfohlene) Voraussetzungen:
Mechanics and aerodynamics.

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):
Prof. Carlo L. Bottasso

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):
Aeroelasticity (Übung, 1,5 SWS)
Bottasso C [L], Bertele M

Aeroelasticity (Vorlesung, 2 SWS)
Bottasso C [L], Bertele M, Bottasso C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2252: Flugphysik der Hubschrauber (Helicopter Flight Dynamics)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Klausur erbracht. Eine Mischung aus Wissensfragen und Rechenaufgaben prüft, inwieweit die Studierenden die Grundlagen der Flugphysik von Hubschraubern verstehen und essentielle Modellierungsansätze anwenden können. Der Studierende demonstriert die Anwendung energie- und impulsbasierter Methoden um Flugzustände von Hubschraubern quantitativ zu beschreiben. Mit der Anwendung von Ersatzmodellen für bewegliche Rotorblätter wird von dem Studierenden eine mathematische Verknüpfung von Steuereingaben und Trimmgrößen erwartet. Ausgewählte Probleme der Trimmrechnung müssen im Rahmen der Klausur gelöst werden. Weiterhin demonstriert der Studierende sein Verständnis von komplexeren Wechselwirkungen der Hubschrauberflugmechanik durch die Beantwortung von Kurzfragen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen der Mechanik und Fluidodynamik

Inhalt:

Einführung
 Phänomene des Hubschrauberflugs
 Verfahren der Modellbildung
 Charakterisierung der Flugzustände
 Strahltheorie (Axialflug, Vorwärtsflug, Spezialfälle)
 Blattelementtheorie
 Kombinierte Blattelement- und Strahltheorie
 Rotordynamik
 Kräfte und Momente am Rotorkopf
 Trimmung
 Leistungsrechnung

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzt der Studierende einen Überblick über die für den Hubschrauberflug relevanten Zusammenhänge und ist in der Lage, diese mathematisch zu beschreiben. Aufbauend auf ein qualitatives Verständnis der Phänomene der Flugphysik der Hubschrauber ist die Studentin bzw. der Student in der Lage mittels einfacher impuls- und energiebasierter Methoden quantitative Aussagen über Flugleistungen von Hubschraubern zu treffen. Kenntnisse in auf der Blattelementtheorie beruhenden

Rotormodellen ermöglichen dem Absolventen des Moduls das Verständnis für den Einfluss wesentlicher Rotorparameter und Rotordynamik auf das Flugverhalten sowie die Evaluierung von Rotorkonzepten. Das im Modul erworbene Wissen bildet ein Fundament für das weitere Studium der Hubschraubertechnik im Bereich Flugphysik, Auslegung und Entwurf, Hubschraubersysteme sowie Sicherheit und Zulassung.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. In der Zentralübung werden ausgewählte Aspekte vertieft und die Berechnung von Beispielaufgaben wird erläutert.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Tablet-PC mit Beamer, Online-Lehrmaterialien

Literatur:

R.W. Prouty Helicopter Aerodynamics 1 bzw. 2
R.W. Prouty Helicopter Performance, Stability and Control
Wayne Johnson - Helicopter Theory

Modulverantwortliche(r):

Manfred Hajek (office@ht.mw.tum.de)

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Flugphysik der Hubschrauber (Vorlesung, 2 SWS)
Platzer S [L], Hajek M

Flugphysik der Hubschrauber (Übung, 1 SWS)
Platzer S [L], Platzer S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Schwerpunktmodule (Specialization Modules)

Modulbeschreibung

MW0357: Gasdynamik (Gas Dynamics) [Gdy]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung besteht aus erweiterten Kurzfragen, die das gesamte Themenspektrum abdecken. Zur Prüfung sind - bis auf Schreib-/Zeichengeräte und einem nicht programmierbaren Taschenrechner- keine Hilfsmittel zugelassen. Die erweiterten Kurzfragen besitzen den Vorteil, dass durch sie eine ausgewogene Mischung aus Wissensfragen (d.h. wichtige elementare Formeln und Zusammenhänge), Übungsfragen (d.h. die Anwendung von Techniken vergleichbar mit den Übungsaufgaben) und Transferfragen über das gesamte Themenspektrum prüfbar wird.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	Vortrag:	Hausarbeit:
---------------------	------------------------------	---	-----------------	--------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erforderlich sind die Grundstudiumsveranstaltungen Fluidmechanik I und Thermodynamik, empfohlen (aber keinesfalls zwingend) sind die Veranstaltungen Fluidmechanik II, Thermodynamik II, Angewandte CFD, sowie alle Veranstaltungen im Bereich Aerodynamik/Strömungsmechanik.

Inhalt:

Ausgehend vom Vorwissen aus der Fluidmechanik I werden die kompressiblen Navier-Stokes Gleichungen und die Hauptsätze der Thermodynamik einführend wiederholt. Darauf aufbauend wird die stationäre Stromfadentheorie (Laval-Gleichung) und die stationäre senkrechte Stoßbeziehung abgeleitet, analysiert und zur Lösung von kompressiblen Strömungsproblemen im Unter- und Überschall angewandt. Von der stationären Stromfadentheorie ausgehend wird die instationäre lineare und nichtlineare Wellendynamik entwickelt und zur Analyse des Grundprinzips des Ladungswechsels herangezogen. Mit der Theorie der nichtlinearen Wellendynamik ist die Analyse der Prozesse im Stoßrohr (Ludwig-Rohr) handhabbar. Abschließend werden Techniken zur Untersuchung mehrdimensionaler Effekte in Überschallströmungen diskutiert und auf vereinfachte Raketenschubdüsen angewandt. Die Vorlesung und die Übung werden durch Simulationsbeispiele und Visualisierungen von Experimenten ergänzt.

Lernergebnisse:

Die Studierenden verfügen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls Gasdynamik über: (1) Kenntnisse des grundsätzlichen Vorgehens in der Formulierung von Vereinfachungen zu den Gleichungen in der kompressiblen Strömungslehre wie auch der Thermodynamik, (2) die Fähigkeit zur Analyse stationärer und instationärer gasdynamischer Probleme mit analytischen Methoden, (3) die Fähigkeit, mit Hilfe der Lösung linearer Differentialgleichungen das Verhalten von Überschallströmungen um schlanke Körper qualitativ zu ermitteln und zu bewerten, (4) Kenntnisse über wellendynamische Prozesse einschließlich der instationären Stoßbildung, (5)

Kenntnisse über experimentelle Vorrichtungen zur Analyse von kompressiblen Gasströmungen, (6) Kenntnisse über das breite Anwendungsfeld der erlernten Theorien (von der Analyse des Concorde Unfalls über die Vorhersage des Wellenwiderstands im Transschall bis zur Beschreibung des instationären Verhaltens der Strömung in Kolben-Zylinder-Systemen).

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung: Darbietendes Lehrverfahren, sowie selbst erarbeitetes Referat mit Vortrag und Ausarbeitung.
Übung: Darbietendes und erarbeitendes Lehrverfahren.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht

Literatur:

Vorlesungsmanuskript, Vorlesungsfolien, Übungsaufgabensammlung, zusätzliche Materialien auf der Web-Plattform.

Modulverantwortliche(r):

Adams, Nikolaus; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

820327388 Gasdynamik (MW0357) (2SWS VO, SS 2017/18) [GP] Schmidt S

820335969 Übung zu Gasdynamik (MW0357) (1SWS UE, SS 2017/18) [GP] Schmidt S

Dr.-Ing. Steffen Schmidt

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0463: Adaptive Strukturen (Adaptive Structures) [AS]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Problemstellungen anzuwenden. Die Prüfung umfasst sowohl Berechnungsaufgaben als auch Verständnisfragen.

Prüfungsart: schriftlich oder mündlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
--	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

- erfolgreich absolviertes Bachelorstudium im Maschinenwesen und seinen Studiengängen, Chemieingenieurwesen, Physik, Materialkunde, Ingenieurwissenschaften
- (- Strukturdynamik)
- (- Regelungstechnik)

Inhalt:

- Einführung in die Adaptiven Strukturen
- Sensorik
- Aktorik
- Relevante Aspekte der Strukturdynamik
- Relevante Aspekte der Regelungstechnik
- Beobachtbarkeit/Steuerbarkeit
- Schwingungsreduktion
- Aktive Schwingungsreduktion
- Struktur-Regelungsinteraktion
- Massiv formvariable Strukturen
- Anwendungsbeispiele

Lernergebnisse:

- Einordnung und Bewertung von Aktor- und Sensortypen und deren Eigenschaften
- Idealisierung und Modellierung von Aktoren
- Überführung von Struktur-Regelungssystemen in den Zustandsraum
- Regelungstypen auswählen und Strukturregelkreise auslegen
- Sensitivitäten von Parametern in der Struktur-Regelungsinteraktion erkennen
- Einblick in die aktuelle Forschung und den Entwicklungsstand der Adaptiven Strukturen
- Problematik und Konzepte für formvariable Strukturen sowie deren technische Anwendung

Lehr- und Lernmethoden:

- In der Vorlesung werden die Inhalte mit Hilfe von Vortrag, Präsentation und Tablett-PC- Aufschrieben vermittelt
- Die Vorlesungsfolien werden dem Studenten zur Verfügung gestellt, damit er diese zum Selbststudium weiterverwenden kann
- Ein Vorlesungsskript ergänzt die Vorlesungsfolien
- Nutzung von Beispielen zur Erklärung komplizierter Sachverhalte
- Übung zur Vertiefung des Stoffs und zum Üben des Umgangs mit den Methodiken
- Betreute Saalübungen dienen zum selbstständigen Arbeiten und Anwenden des Erlernten
- Demonstratoren und Anschauungsmaterial helfen beim Verständnis
- Sprechstunden vor der Prüfung

Medienform:

- Vortrag
- Präsentation
- Tablett-PC mit Beamer
- Online Lehrmaterial
- Demonstratoren
- Anschauungsmaterial

Literatur:

- Baier, H., Skriptum zur Vorlesung Leichtbau, TU-München, Lehrstuhl für Leichtbau, 2000;
- Flemming, W. J. Elpass ,M. : Aktive Funktionsbauweisen - Eine Einführung in die Strukturonik. Sprenger, 1998;
- Preumont, A.: Vibration Control of Active Structures. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997

Modulverantwortliche(r):

Hajek, Manfred; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Adaptive Strukturen (Vorlesung, 2 SWS)
Komp D [L], Hajek M, Weinzierl M

Adaptive Strukturen (Übung, 1 SWS)
Komp D [L], Rinker M, Weinzierl M, Komp D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0595: Turbulente Strömungen (Turbulent Flows) [TS]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 108	Präsenzstunden: 42

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistungen werden in Form schriftlicher Klausuren erbracht. Damit soll nachgewiesen werden, daß in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln ein Problem erkannt wird und Wege zur korrekten Lösung gefunden werden. Der Prüfungsinhalt erstreckt sich über den gesamten Vorlesungsinhalt. Fakten- und Zusammenhangswissen werden in einem Kurzfragenteil überprüft, Problemlösungskompetenz in einem Rechenaufgabenteil.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90 Minuten	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	--	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Fluidmechanik I, Fluidmechanik II

Inhalt:

Phänomene turbulenter Strömungen; Physik turbulenter Strömungen: Grundgleichungen, Turbulenzentstehung, Statistische Beschreibung, Kanonische Strömungen; Numerische Simulation turbulenter Strömungen; Turbulenzmodellierung: Statistische Turbulenzmodellierung, Large-Eddy Simulation

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Modul Turbulente Strömungen sind die Studierenden in der Lage, die in Natur und Technik auftretenden Phänomene turbulenter Strömungen zu verstehen. Sie verstehen, wie ein reales Problem mit Hilfe der Grundgleichungen der Strömungsmechanik beschrieben werden kann und weshalb in den meisten Fällen Turbulenzmodellierung notwendig ist, um ein solches Problem in angemessener Zeit numerisch zu untersuchen. Sie sind ausgehend von der Kenntnis verschiedener kanonischer Strömungen in der Lage, unterschiedliche Turbulenzmodelle zu bewerten und auszuwählen, um je nach Situation wichtige von unwichtigen (vernachlässigbaren) Mechanismen zu trennen und eine ausreichend genaue Simulation der untersuchten Strömung in angemessener Zeit zu ermöglichen.

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung: Darbietendes Lehrverfahren. Übung: Darbietendes und erarbeitendes Lehrverfahren.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht, Rechnerübungen mit kommerzieller CFD-Software

Literatur:

Vorlesungsmanuskript, Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben. Stephen B. Pope "Turbulent Flows"

Modulverantwortliche(r):

Adams, Nikolaus; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

820691436 Turbulente Strömungen (MW0595) (2SWS VO, SS 2017/18) [GP] Adams N (Adami S, Kaiser J)

820841056 Übung zu Turbulente Strömungen (MW0595) (1SWS UE, SS 2017/18) [GP] Kaiser J. C.

Adami, Stefan, Dr.-Ing.

Kaiser, Jakob, M. Sc.

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0798: Grenzschichttheorie (Boundary-Layer Theory) [GST]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus einer schriftlichen Klausur (Bearbeitungsdauer 90 min). Der Prüfungsinhalt erstreckt sich über den gesamten Vorlesungsinhalt. Fakten- und Zusammenhangswissen werden in einem Kurzfragenteil überprüft, Problemlösungskompetenz in einem Rechenaufgabenteil, bei dem mit Hilfe des Vorlesungsskripts zusammenhängende Probleme erarbeitet werden sollen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Fluidmechanik I und II, Thermodynamik, evtl. Wärme- und Stofftransport von Vorteil aber nicht zwingend erforderlich

Inhalt:

Ausgehend vom Vorwissen aus der Fluidmechanik I/II werden die allgemeinen Zusammenhänge der Navier-Stokes Gleichung noch einmal wiederholt und analytische Lösungen derselben besprochen. Darauf aufbauend werden folgende Themen aus der Grenzschichttheorie behandelt: * Herleitung der Grenzschichtgleichungen aus den Navier-Stokes Gleichungen

- * Lösungen der inkompressiblen Grenzschichtgleichungen für ebene, zweidimensionale Strömungen
- * Temperaturgrenzschichten
- * kompressible Grenzschichten
- * dreidimensionale Grenzschichten
- * Stabilitätstheorie - laminar-turbulenter Umschlag
- * Turbulente Grenzschichten
- * Experimentelle Grenzschichtforschung

Lernergebnisse:

Die Studierenden verfügen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls Grenzschichttheorie über: (1) Kenntnisse des grundsätzlichen Vorgehens in der Formulierung von Vereinfachungen zu reibungsbehafteten Gleichungen in der Strömungslehre wie auch der Thermodynamik, (2) Kenntnisse über die Formulierung der Grenzschichtgleichungen für verschiedene Strömungsklassen, (3) die Fähigkeit, mit Hilfe der Lösung einfacher Differentialgleichungen das Verhalten der Strömung in der Nähe von Wänden näherungsweise zu beschreiben, (4) die Fähigkeit, mit Hilfe von integralen Zusammenhängen eine Abschätzung von Grenzschichtparametern durchzuführen, (5) die Fähigkeit, mit Hilfe der Lösungen der Grenzschichttheorie Näherungslösungen für komplexere Umströmungen von Profilen, etc. qualitativ und quantitativ zu beurteilen, (6) die Fähigkeit, die Entstehung von Turbulenz durch das Kennenlernen

des Transitionsprozesses zu beschreiben.

Lehr- und Lernmethoden:

Die in der Vorlesung vermittelten mathematische Gleichungen und Zusammenhänge werden an der Tafel hergeleitet und durch Powerpoint-Folien unterstützt. In der Übung werden die Inhalte aufgegriffen und vertieft. Dabei werden Lösungen zu Problemstellungen der Grenzschichttheorie unter Anwendung der erlernten Zusammenhänge erarbeitet und vorgerechnet. Sowohl für die Vorlesung als auch für die Übung können die Studierenden ihr Wissen durch Materialien und Anwendungen, die auf e-learning Plattformen zur Verfügung gestellt werden, vertiefen.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht durch e-learning Plattformen ergänzt

Literatur:

Vorlesungsmanuskript, Vorlesungsfolien, Übungsaufgabensammlung mit Lösungen, zusätzliche Materialien auf der e-learning Plattform. Schlichting "Grenzschichttheorie", Frank M. White "Viscous Fluid Flow".

Modulverantwortliche(r):

Stemmer, Christian; PD Dr.-Ing. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Grenzschichttheorie (MW0798) (Vorlesung, 2 SWS)
Stemmer C (Di Giovanni A)

Übung zu Grenzschichttheorie (MW0798) (Übung, 1 SWS)
Stemmer C (Di Giovanni A)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0837: Flugregelung I (Automatic Flight Control I) [FRI]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Technische Mechanik (Kinetik und Dynamik), Höhere Mathematik, Regelungstechnik, Flugsystemdynamik I, Flugsystemdynamik II, Flugführung

Inhalt:

Die Vorlesung entwickelt, ausgehend von der Betrachtung der Dynamik des Flugzeuges, die funktionalen Anforderungen an Flugregelungssysteme und zeigt, wie unter Verwendung des Wissens aus Flugsystemdynamik, Systemtheorie und Regelungstechnik, die unterschiedlichen Flugregelungsaufgaben erfolgreich bewältigt werden können.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme des Studenten an der Veranstaltung Flugregelung I ist er in der Lage, die Beeinflussung der inhärenten Dynamik eines Fluggerätes durch ein Flugregelungs zu analysieren und zu bewerten. Er ist befähigt, Methoden zur Beschreibung des Systemverhaltens anzuwenden und ist befähigt, Lösungsmöglichkeiten zu schaffen, um Auslegungsziele wie Flugeigenschafts- oder Stabilitätsanforderungen zu realisieren.

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung und Übung.

Nutzung eines Flugsimulators um Flugregelungssysteme bis hin zu Autopilotenfunktionen interaktiv zu implementieren und somit Aufbau und Funktionsweise illustrativ darzustellen und zu verstehen.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Interaktive Nutzung des Vorlesungs-Flugsimulators, Aufgabensammlung und Lösungsblätter

Literatur:

Jan Roskam: Airplane Flight Mechanics and Flight Controls

B. L. Stevens & F. L. Lewis : Aircraft Control and Simulation, John Wiley & Sons, New York, NY,

B. Etkin & L. D. Reid : Dynamics of Flight - Stability and Control, 3rd Edition

Bandu N. Pamadi : Performance, Stability, Dynamics, and Control of Airplanes
Louis V. Schmidt : Introduction to Aircraft Flight Dynamics
Rudolf Brockhaus : Flugregelung, Springer, Berlin 1994
Malcom J. Abzug : Computational Flight Dynamics
X. Hafer & G. Sachs : Flugmechanik - Moderne Entwurfs- und Steuerungskonzepte
McRuer, Ashkenas, Graham : Aircraft Dynamics and Automatic Control, Princeton University Press
Robert C. Nelson : Flight Stability and Automatic Control, McGraw-Hill
Jean-Luc Boiffier : The Dynamics of Flight - The Equations, John Wiley & Sons
J. B. Russell : Performance and Stability of Aircraft, John Wiley & Sons
G. J. Hancock : An Introduction to the Flight Dynamics of Rigid Aeroplanes
Nguyen X. Vinh : Flight Mechanics of High-Performance Aircraft
John H. Blakelock : Automatic Control of Aircraft and Missiles

Modulverantwortliche(r):

Holzapfel, Florian; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Flugregelung 1 (Vorlesung, 2 SWS)

Holzapfel F [L], Holzapfel F (Krenmayr M)

Übung zu Flugregelung 1 (Übung, 1 SWS)

Holzapfel F [L], Holzapfel F (Krenmayr M, Zollitsch A)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0838: Flugregelung II (Automatic Flight Control II) [FR2]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

mündliche Prüfung zu ausgewählten Inhalten aus der Vorlesung und Übung

Prüfungsart: mündlich	Prüfungsdauer (min.): 30	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
---------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Mechanik 3
 Flugsystemdynamik 2
 Flugregelung 1
 Moderne Methoden der Regelungstechnik 1+2

Inhalt:

Die folgenden Lerninhalte werden in der Vorlesung Flugregelung 2 vermittelt:

- 1) Auslegung von Flugreglern: Eigenstrukturvorgabe
- 2) Herleitung und Analyse ausgewählter Regelungsalgorithmen (C*- Vorgaberegung)
- 3) Ein-Ausgangslinearisierung (Dynamic Inversion)
- 4) Einführung in die Adaptive Regelung:
 - Lyapunov Stabilität
 - Model Reference Adaptive Control (MRAC)
 - direct/ indirect MRAC
 - Zustandsrückführung
 - Ausgangsrückführung
 - Adaptive Lerngesetze
 - Modifikation der Lerngesetze
 - Fehlermodelle

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung ist der/ die Studierende in der Lage, komplexe Flugregelungsarchitekturen und ihren Einfluss auf das Fluggerät zu analysieren und zu bewerten. Ferner kann der/ die Studierende eigenständig die vorgestellten Auslegungsverfahren anwenden.

Während der Vorlesung erwirbt der Student die Fähigkeit, die Systeme auf Ihre Stabilität untersuchen zu können. Er kann einfache adaptive Regelungsstrukturen implementieren und die Stabilität der implementierten Algorithmen nachweisen.

Da adaptive Regelung ein hochaktuelles Thema in Industrie und Forschung darstellt, erwirbt der Student während der Vorlesung aktuell und zukünftig gefragte Qualifikationen.

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung / Interaktives Rechnen am Overhead / interaktives Programmieren von Beispielen / Vorführung der Beispiele mit Hilfe von Simulationsprogrammen.

Medienform:

Power Point / Skript / Overhead / Simulationsprogramme

Literatur:

Brockhaus: Flugregelung
Narendra, Annaswamy: Stable Adaptive Systems
Slotine: Applied Nonlinear Control

Modulverantwortliche(r):

Holzappel, Florian; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0877: Aerodynamik des Flugzeugs II (Aerodynamics of Aircraft II) [Aero II]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer 90-minütigen, schriftlichen Klausur erbracht, in der das Erreichen sämtlicher Lernergebnisse überprüft wird. In einem Kurzfragenteil sollen die Studierenden demonstrieren, dass sie die Grundlagen, Modelle und Methoden der fortgeschrittenen Aerodynamik des Flugzeugs verstehen. Durch die Bearbeitung von Rechenaufgaben soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln Probleme der Konfigurations-, Unterschall- und Überschallaerodynamik erkennen und Wege zu deren korrekten Lösung finden.

Zugelassene Hilfsmittel für die Prüfung:

Teil 1 - Kurzfragenteil: keine, Ausnahme: nicht programmierbarer Taschenrechner

Teil 2 - Aufgabenteil: Aufgabensammlung, Skripten, Bücher, etc., nicht programmierbarer Taschenrechner

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90 Minuten	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	--	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Fluidmechanik I, Fluidmechanik II, Aerodynamik des Flugzeugs I

Inhalt:

Das Modul Aerodynamik des Flugzeugs II erweitert die im Modul Aerodynamik des Flugzeugs I vermittelten Grundlagen der Berechnung und der Analyse der auf ein Fluggerät wirkenden Luftkräfte.

Inhalte:

- Tragfläche endlicher Spannweite: Geometrie; Verdrängungs- und Auftriebsströmung
- Herleitung und Anwendung des Tragflächenverfahrens, Überblick über Panel-, Gitter- und Traglinienverfahren
- Einfluß der Flügelgeometrie auf die aerodynamischen Beiwerte
- Beiwerte der Seitenbewegung
- Tragflügeltheorie bei Unterschallströmung: Prandtl-Glauert-Transformation, kritische Machzahl, Einfluß der Machzahl auf die Beiwerte; transsonische Effekte
- Profil- und Tragflügeltheorie bei Überschallströmung; Wellenwiderstand; Goethert-Transformation
- Aerodynamik der Leitwerke

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- die potentialtheoretischen Näherungsverfahren in Form des Tragflächen- und Wirbelgitterverfahrens zu erklären und anzuwenden
- weitere gängige Näherungsverfahren für die Konfigurationsaerodynamik darzulegen
- die Nachlaufströmung zu charakterisieren und zugeordnete Größen näherungsweise zu berechnen

- den Einfluss der Flügelgeometrie und der Flugzeugkonfiguration auf die aerodynamischen Derivativa der Längs- und Seitenbewegung darzustellen und zu ermitteln
- die aerodynamischen Phänomene im Trans- und Überschall zu charakterisieren
- aerodynamische Größen von Profilen und Tragflügeln bei Überschallströmung auf Basis der Potentialtheorie zu berechnen
- die Wirksamkeit des Leitwerks und die Interferenzwirkung des Flügels auf das Leitwerk zu ermitteln

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Anschrieb mittels Folien, Tablet-PC und Beamer vermittelt. Die Theorie wird mittels Beispielen veranschaulicht. Den Studierenden werden eine Foliensammlung, ein ergänzendes Skript, sowie ein Sammlung von Übungsaufgaben online zugänglich gemacht. Die Übung gliedert sich in zwei Teile. In einem ersten Abschnitt werden mittels Tablet-PC zu den jeweiligen Aufgaben Lösungswege präsentiert und Aufgaben vorgerechnet. Im zweiten Abschnitt wird den Studierenden im Rahmen einer rechnergestützten Zusatzübung der Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis verdeutlicht.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht, Übungen am Computer

Literatur:

Vorlesungsmanuskript, Übungsaufgabensammlung.

Modulverantwortliche(r):

Breitsamter, Christian; Apl. Prof. Dr.-Ing. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Vorlesung "Aerodynamik des Flugzeugs II"

Übung "Aerodynamik des Flugzeugs II"

Christian Breitsamter, apl. Prof. Dr.

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2155: Bemannte Raumfahrt (Human Spaceflight)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Im Anschluss an die Vorlesungszeit findet eine schriftliche Prüfung in Form einer Klausur statt. In teils offenen, teils Multiple-Choice-Fragen und wenigen Rechenaufgaben müssen die Studenten zeigen, dass sie die wesentlichen Abläufe, Zusammenhänge, ingenieurstechnischen Fragestellungen, Kennzahlen und deren Größenordnungen im Bereich der bemannten Raumfahrt kennen. Dieses Wissen muss qualitativ auch auf Sachverhalte übertragen werden, die nicht explizit in Vorlesung und Übung behandelt wurden.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Es wird grundlegendes Wissen im Bereich der Raumfahrttechnik und im Systementwurf vorausgesetzt, wie es etwa in dem Modul "Grundlagen der Raumfahrt" im Bachelor vermittelt wird. Es ist nicht zwingend erforderlich dieses Modul absolviert zu haben, erleichtert jedoch erheblich das Verständnis der Inhalte.

Inhalt:

Inhalte der Vorlesung:

Astronautenauswahl, Training und Ausbildung eines Astronauten, Einführung in Bemannte Raumtransportsysteme, Leben und Arbeiten im Weltraum, Raumfahrtumwelt und die biomedizinischen Auswirkungen auf den menschlichen Körper/Psyche während eines Raumfluges, Wissenschaft im Weltraum, Grundlagen der Lebenserhaltungssysteme, physico-chemische vs. bio-regenerative Lebenserhaltungssysteme, Entwurf von Habitaten im Erdorbit und auf Planeten, Raumstationen, Vorbereitung und Durchführung von Weltraumspaziergängen, Raumanzüge, Betrieb von bemannten Raumfahrzeugen, Verwendung von lokalen Ressourcen (z.B. auf dem Mond) im Gegensatz zur Vollversorgung, Missionsanalyse und -planung bemannter Missionen

In den Übungen werden die Vorlesungsinhalte anhand einer Beispielmision vertieft und ein wöchentlicher Überblick über die aktuellen Ereignisse in der Raumfahrt im Allgemeinen und der bemannten Raumfahrt im Speziellen gegeben.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung Bemannte Raumfahrt sind die Studierenden haben die Studierenden Einblick in alle Aspekte des bemannten Raumflugs erhalten. Sie können daher die Bereiche bemannte und unbemannte Raumfahrt genau differenzieren. Sie sind in der Lage die speziellen Herausforderungen durch die lebensfeindlichen Umweltbedingungen, die im Weltall und auf fremden Planetenoberflächen herrschen, zu verstehen und wissen um deren Auswirkungen auf ingenieurstechnische

Fragestellungen während der Auslegung von bemannten Raumfahrzeugen und Missionen. Die Studierenden können das Verständnis technischen und politischen Randbedingungen anwenden, um die notwendigen Anforderungen an z.B. Lebenserhaltungssysteme zu analysieren. Nach Abschluss der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage System- und Missionskonzepte eigenständig im Hinblick auf die zugrundeliegenden Missionsziele zu bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vorträgen vermittelt. Den Studierenden wird online eine Foliensammlung zugänglich gemacht.

In der Übung wird in einem kurzen Vortrag das in der Vorlesung vermittelte Wissen erweitert und vertieft. Danach müssen die Studierenden in selbstständiger Arbeit eine Aufgabe unter Anwendung des vermittelten Wissens lösen. Die Aufgaben können sowohl mathematische Berechnungen als auch konzeptionelle Systementwürfe beinhalten.

Medienform:

Vortrag, Foliensammlung, Übungsblätter

Literatur:

Human Spaceflight Mission Analysis and Design, W. Larson and L. Pranke, McGraw-Hill, 2000 ISBN 0-07-236811-X

Modulverantwortliche(r):

Olthoff, Claas; Dipl.-Ing. (Univ.)

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Bemannte Raumfahrt (Übung, 1 SWS)

Walter U [L], Walter U, Pütz D, Grill L

Bemannte Raumfahrt (Vorlesung, 2 SWS)

Walter U, Pütz D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0043: Flugantriebe II (Flight Propulsions II)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur erbracht. In dieser soll nachgewiesen werden, dass in begrenzter Zeit und ohne Hilfsmittel ein Problem erkannt wird, Wege zu einer Lösung gefunden werden können, die anschließend möglichst prägnant und präzise niedergeschrieben werden können. Die Prüfungsfragen gehen hierbei über den gesamten Vorlesungsstoff. Die Antworten erfordern teils eigene Formulierungen teils Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten. Darüber hinaus werden kürzere und auch längere Rechenaufgaben gestellt.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Flugantriebe 1 (empfohlen)

Inhalt:

Flugtriebwerkssysteme:
 Überblick über das System Flugtriebwerk, Anforderungen.
 Betrieb von Fluggasturbinen:
 Leistungscharakteristik, Zusammenwirken der Komponenten, Simulationsmethoden, Arbeitsbereichsgrenzen, Startverhalten.
 Flugzulassung:
 Zertifizierungsbehörden, Nachweismethoden, Testprozeduren.
 Regelung und Leistungsanpassung:
 Schub- und Leistungskennfelder, Regelungskonzepte.
 Zu- und Abströmungskomponenten.
 Lufteinläufe, Schubdüsen, Schubumkehrsysteme
 Brennstoff- und Regelsysteme:
 Pumpen, Ventile, FADEC-Hard- und -Software
 Triebwerkslagerung, Öl- und Sekundärluftsystem:
 Anforderungen, Konzepte
 Betriebs- und Lebensdauerüberwachung:
 Cockpitanzeigen, Monitoringsysteme, Überwachungskonzepte.
 Neue und zukünftige Antriebssysteme:
 All-Electric Engine, Getriebefan, Elektrische Antriebe, ...

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung verfügen die Studierenden über ein tiefgreifendes Wissen des Gesamtsystems Flugtriebwerk. Dies umfasst die Fähigkeit die Randbedingungen und die Leistungscharakteristik der einzelnen Flugtriebwerkskomponenten zu analysieren und ihre Interaktion zu verstehen. Daraus ergibt sich die Fähigkeit Regelungskonzepte abzuleiten und Anforderungen für Triebwerkskomponenten zu entwickeln. Hiermit sind die Studierenden in der Lage bereits bestehende Triebwerkskomponenten hinsichtlich ihrer Ausführung zu bewerten und, wenn vorhanden, Verbesserungspotential aufzuzeigen. Darüber hinaus lernen die Studierenden auch neue und zukünftige Antriebssysteme zu analysieren und hinsichtlich ihres Einsatzes zu bewerten. Abgerundet wird das erlangte Wissen der Studierenden durch verschiedene Methoden zur Simulation von Flugantrieben und Triebwerkskomponenten.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Beispielformen werden Probleme aus der Praxis vorgerechnet. Den Studierenden wird eine Foliensammlung, eine Formelsammlung sowie eine Aufgabensammlung zugänglich gemacht. In der Übung werden Aufgaben aus der Aufgabensammlung vorgerechnet. Anschließend werden thematisch ähnliche Aufgaben als (freiwillige) Hausaufgabe zur eigenständigen Bearbeitung gestellt. Alle Lehrmaterialien sowie weiterführende Informationen werden online zur Verfügung gestellt. Zur selbständigen Bearbeitung können alte Prüfungsaufgaben von der Webseite heruntergeladen werden.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Tafelanschrieb, Tablet-PC mit Beamer, Online-Lehrmaterialien

Literatur:

Münzberg: Flugantriebe, Springer Verlag
 Bräunling: Flugzeugtriebwerke, Springer Verlag
 Rick: Gasturbinen und Flugantriebe, Springer Verlag

Modulverantwortliche(r):

Gümmer, Volker; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0085: Multidisciplinary Design Optimization (Multidisciplinary Design Optimization) [MDO]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Fragen und Problemstellungen anzuwenden.

Prüfungsart: schriftlich und mündlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
---	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Leichtbau, Modellbildung und Simulation

Inhalt:

Einführung in die Theorie und Praxis der Multidisziplinären Optimierung von Strukturen. Wie können klassische Entwurfsaufgaben des Ingenieurs als mathematische Optimierungsaufgaben formuliert werden und wie werden diese mithilfe mathematischer Optimierungsalgorithmen gelöst? Was kennzeichnet ein optimales Design und wie muss die Modellierung der Entwurfsaufgabe formuliert werden um dieses Optimum effizient zu finden? Was ist ein zulässiges Design und wie kann gewährleistet werden, dass der Optimierungsprozess nur physikalisch sinnvolle gültige Designs zurückgibt? Grundlagen mathematischer Optimierungsalgorithmen, die für die Lösung solcher Aufgaben in der Praxis zum Einsatz kommen, werden vorgestellt und deren Wechselwirkung mit der Modellbasierten Simulation des Verhaltens der Struktur erläutert. Die Lerninhalte der Vorlesung werden an vereinfachten aber trotzdem praxisnahen Beispielen im Rechnerraum umgesetzt.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Lehrveranstaltung Multidisciplinary Design Optimisation sind Studenten in der Lage modellbasierte Entwurfsaufgaben als Optimierungsaufgaben zu verstehen, haben die für die Praxis wesentlichen mathematischen Grundlagen und Lösungsalgorithmen kennengelernt und die praktische Umsetzung der modellbasierten Optimierungsaufgabe am Rechner geübt. Studenten lernen die Bedeutung des Vorgehens und der Form der Umsetzung praktischer modellbasierter Entwurfsaufgaben in mathematische Optimierungsaufgaben sowie die Auswahl und Anwendung geeigneter Lösungsalgorithmen kennen und in ersten Ansätzen zu beherrschen. Außerdem erhalten die Studenten einen Einblick in die aktuelle Forschung auf dem Gebiet der Multidisziplinären Optimierung und der Herausforderungen bei der Umsetzung der Theorie aus der Vorlesung in der Praxis.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Aufschreiben auf Tablett-PC vermittelt. Den Studierenden wird ein Skriptum zur Verfügung gestellt, außerdem werden alle Vorlesungsmitschriebe online zugänglich gemacht. In der Vorlesung werden die Inhalte, auch anhand von

Beispielen, vermittelt. Auf der eLearning Seite der Vorlesung werden interaktive graphische Programme, die die Lerninhalte veranschaulichen, zur Verfügung gestellt. In den Übungen werden die Inhalte vertieft und die praktische Umsetzung der Theorie aus der Vorlesung am Rechner in einer Saalübung durchgeführt.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Tablett-PC mit Beamer, Online-Lehrmaterialien, Rechnerübungen zum Selbststudium, Blockübung im Rechnerraum

Literatur:

Baier, H., Petersson, Ö., Wehrle, E.: Skriptum zur Vorlesung Multidisciplinary Design Optimisation, TU-München, Lehrstuhl für Leichtbau, 2010; Harzheim L.: Strukturoptimierung - Grundlagen und Anwendungen, Harri Deutsch Verlag, Frankfurt am Main, 2008; Vanderplaats, G.: Multidiscipline Design Optimization, VR & D, Colorado Springs 2009.

Modulverantwortliche(r):

Baier, Horst; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1392: Fertigungsverfahren für Composite-Bauteile (Production Technologies for Composite Parts) [FCB]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer 90-minütigen Klausur erbracht. In dieser soll nachgewiesen werden, dass die vermittelten Inhalte auf verschiedene Problemstellungen angewendet werden können. Die Prüfungsfragen gehen über den gesamten Stoff der Vorlesung und Übung. Zugelassene Hilfsmittel: nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 60	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Einführung in die Werkstoffe und Fertigungstechnologien von Carbon Composites
Faser-, Matrix-, und Verbundwerkstoffe mit ihren Eigenschaften

Inhalt:

Einleitung Composites; Einteilung der Herstellungsverfahren; Composites mit duroplastischer Matrix; Composites mit thermoplastischer Matrix; Textile Halbzeuge; Preforming mittels Textil- und Bindertechnologie; Tapelegen; Wickeln; Flechten; Pultrudieren; Prepregtechnologie; Handling von Preformen und Halbzeugen; Rheologie; Infusionstechnologien; Formen und Werkzeuge; Hilfsstoffe für Fertigungsprozesse; Online-Prozess-Monitoring; Nachbearbeitung von Composite-Bauteilen; Fügeverfahren

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung „Fertigungsverfahren für Composite-Bauteile“ sind die Studierenden in der Lage, Fertigungskonzepte für Bauteile aufzustellen und zu bewerten. Der Studierende kann nach Vorgabe von Randbedingungen wie Stückzahlen, Geometrien, Toleranzen, Materialien und Kosten beurteilen, welches Fertigungsverfahren für das Bauteil geeignet ist. Er ist in der Lage, prozessbedingte Randbedingungen zu differenzieren und somit die Gestaltung eines Bauteils der Fertigungstechnologie (Gestaltung der Geometrie, des Lagenaufbaus, etc.) anzupassen.

Lehr- und Lernmethoden:

In dieser Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Beispielhaft werden Probleme aus der Praxis vorgestellt. Den Studierenden wird eine Foliensammlung zugänglich gemacht. In der Übung wird die prozesskette anhand von Beispielen aus der Industrie vorgestellt und diskutiert. Alle Lehrmaterialien sowie weiterführende Informationen werden online zur Verfügung gestellt.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Tafelanschrieb, Beamer, Online-Lehrmaterialien

Literatur:

Hinweise für relevante Literatur wird in den Vorlesungsunterlagen angegeben

Modulverantwortliche(r):

Drechsler, Klaus; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Fertigungsverfahren für Composite-Bauteile (Übung, 1 SWS)

Drechsler K [L], Ebel C, Zaremba S, Sommer F

Fertigungsverfahren für Composite-Bauteile (Vorlesung, 2 SWS)

Drechsler K [L], Ebel C, Zaremba S, Sommer F

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1393: Auslegung und Bauweisen von Composite Strukturen (Analysis and Design of Composite Structures) [ADCS]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Aufgabenstellungen anzuwenden.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Faser-, Matrix-, und Verbundwerkstoffe mit ihren Eigenschaften
Fertigungsverfahren für Composite-Bauteile

Inhalt:

Einführung/ Motivation (Überblick über den Bauteilentwurf und -entwicklung anhand von einem Demonstrator - Bauteil); Klassische Laminattheorie und Versagenskriterien für First Ply Failure; Auslegungsphilosophie (Sicherheitskonzept, Lastfälle, Lastfaktoren, Steifigkeit, Festigkeit); Composite-Bauweisen (Grundregeln, Materialauswahl, Anwendungsbereiche und Anforderungen, Fertigungsanforderungen); Vorauslegung (analytische und FE Rechnungen); Konstruktionssystematik (Methodik, Schnittstellen zur Simulation, Ply-Book); Verbindungstechnik: Kleben, mechanisch; Effects of Defects - Beurteilung von Fertigungsdefekten und In-Service Defekten und Reparatur (Schadensbilder, Beurteilung, Repair-Technologien, Simulation, Instandhaltung); Testing (Testpyramide, Coupon-, Sub-Komponenten, Full-Scale-Tests); Lebensdauerbetrachtung; Optimierung der Faserverbundstruktur; Entwicklung einer Composite Struktur beispielhaft anhand von Demonstrator -Bauteil

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung "Auslegung und Bauweisen von Composite Strukturen" sind die Studierenden in der Lage, eine Composite Struktur zu entwerfen und zu entwickeln. Sie verstehen die unterschiedlichen Anforderungen an eine Composite Struktur und die zugehörigen Auslegungskonzepte. Besonderes Augenmerk legen sie dabei auf die integrale Berücksichtigung aller fertigungstechnischen, konstruktiven und belastungsrelevanten Anforderungen. Sie wenden dementsprechend auch unterschiedliche Bauweisen (integral, differential; Volllaminat, Sandwich) an. Sie können eine Vorauslegung und eine detaillierte FE Analyse auf Basis der Klassischen Laminattheorie durchführen. Die Studenten sind in der Lage Fertigungsdefekte und In-Service Defekte zu bewerten und Reparaturen dafür zu erarbeiten. Ebenso können sie eine Optimierung der Faserverbundstruktur durchführen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation mit Powerpoint Folien, Tafelbild, Beamer und fachspezifischer Software (Konstruktion, Berechnung) vermittelt. Anhand von Beispielen aus der Praxis wird zuerst der "rote Faden" erklärt und ein grundlegendes Verständnis für die Aufgabenstellungen geschaffen. Die theoretischen und praktischen Grundlagen werden im Anschluß über Folienpräsentation und Tafelbild und über Rückfragen vermittelt und gemeinsam erarbeitet. Das erlernte Wissen wird in den Übungen an praxisnahen Beispielen angewandt (z.B. Vorauslegung und Detailberechnung einer Faserverbundstruktur). Den Studierenden wird eine Foliensammlung zugänglich gemacht. Alle Lehrmaterialien werden online zur Verfügung gestellt. In den Assistentensprechstunden wird individuelle Hilfe gegeben.

Medienform:

Vortrag, Präsentation mit Powerpoint Folien, Tafelbild, Beamer, Online-Lehrmaterialien, Fachspezifische Software (Konstruktion, Berechnung)

Literatur:

Schürmann, H. Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007, 978-3540721895

Flemming, Manfred ;Ziegmann, Gerhard; Roth, Siegfried; Faserverbundbauweisen Fasern Matrices (3-540-58645-8); Faserverbundbauweisen Halbzeuge und Bauweisen (3-540-60616-5); Faserverbundbauweisen Eigenschaften - Mechanische. konstruktive. thermische. elektrische. ökologische. wirtschaftliche Aspekte (3-540-00636-2)

R. M. Jones, Mechanics of Composite Materials, Second Edition, Materials Science & Engineering Series, 1998, ISBN-10: 156032712X

M.C. Niu, Composite Airframe Structures, Hong Kong Conmilit Press limited, 2006, ISBN-10: 9627128066

Armstrong, Keith B.; Bevan, L. Graham; Cole, William F., Care and Repair of Advanced Composites, 2nd Edition, Society of Automotive Engineers, 2005, ISBN: 978-0-7680-1062-6

Modulverantwortliche(r):

Drechsler, Klaus; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Auslegung und Bauweisen von Composite-Strukturen (Vorlesung, 2 SWS)

Drechsler K [L], Hartmann M, Colin D

Auslegung und Bauweisen von Composite-Strukturen (Übung, 1 SWS)

Drechsler K [L], Hartmann M, Colin D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1394: Faser-, Matrix-, und Verbundwerkstoffe mit ihren Eigenschaften (Composite Materials and Structure-Property Relationship) [FVWE]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Aufgabenstellungen anzuwenden.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Einführung/ Motivation (Überblick über Materialien und deren Einsatzgebiete bzw. Marktentwicklung); Ausgangsmaterialien und Herstellung unterschiedlicher Fasern (Carbon, Glas, Aramid, mineralische und Naturfasern) und Matrixwerkstoffen (Duromer, Thermoplast) und deren spezifische Eigenschaften; Beschreibung der Faser/Matrixanbindung und Bedeutung der Faseroberflächenvorbehandlung; Charakterisierung phys./chemischer und mechanischer Eigenschaften der Verbundwerkstoffe; Klassische Laminattheorie und Versagenskriterien für First Ply Failure im Überblick; Verarbeitung von Fasern zu Faserhalbzeugen; Überblick Textiltechnik zur Preformherstellung und Einführung in die Flüssigharzinfusionsverfahren

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung "Faser-, Matrix-, und Verbundwerkstoffe mit ihren Eigenschaften" sind die Studierenden in der Lage, Unterschiede zwischen den Ausgangsmaterialien und deren Herstellung bzw. Weiterverarbeitung zu Komponenten zu verstehen und Faser bzw. Matrixmaterialien anhand ihres mechanischen Eigenschaftsprofils und ihrer Kostenstruktur auszuwählen und zu bewerten. Die Studierenden können unterschiedliche Verarbeitungstechnologien in der Textil- und Infusionstechnik zu beschreiben und nach technologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu evaluieren. Außerdem können sie die Potenziale der Faserverbundwerkstoffe erkennen und die Möglichkeiten innerhalb der Verarbeitungsprozesskette einschätzen und neue Herstellkonzepte auf Bauteilebene entwerfen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation mit Powerpoint Folien, Tafelbild, Beamer vermittelt. Anhand von Beispielen aus der Praxis wird zuerst der "rote Faden" erklärt und ein grundlegendes Verständnis für die Aufgabenstellungen geschaffen. Die theoretischen und praktischen Grundlagen

werden im Anschluß über Folienpräsentation und Tafelbild und über Rückfragen vermittelt und gemeinsam erarbeitet. Das erlernte Wissen wird in den Übungen an praxisnahen Beispielen angewandt (z.B. Berechnung von Faservolumengehalt; Bestimmung Glasübergangstemperatur aus DSC-Kurve). Den Studierenden wird eine Foliensammlung zugänglich gemacht. Alle Lehrmaterialien werden online zur Verfügung gestellt.

Medienform:

Vortrag, Präsentation mit Powerpoint Folien, Tafelbild, Beamer, Online-Lehrmaterialien,

Literatur:

Neitzel Manfred; Mitschang, Peter; Handbuch Verbundwerkstoffe: Werkstoffe, Verarbeitung, Anwendung (3-446-22041-0); Hearle, J.W.S; High-Performance Fibers (1-855-73539-3); Flemming, Manfred ;Ziegmann, Gerhard; Roth, Siegfried; Faserverbund-bauweisen Fasern Matrices (3-540-58645-8); Faserverbundbauweisen Halbzeuge und Bauweisen (3-540-60616-5); Faserverbundbauweisen Eigenschaften - Mechanische. konstruktive. thermische. elektrische. ökologische. wirtschaftliche Aspekte (3-540-00636-2)

Modulverantwortliche(r):

Drechsler, Klaus; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Faser, Matrix- und Verbundwerkstoffe mit ihren Eigenschaften (Übung, 1 SWS)
Drechsler K [L], Körber H, Ladstätter E, Plöckl M

Faser, Matrix- und Verbundwerkstoffe mit ihren Eigenschaften (Vorlesung, 2 SWS)
Drechsler K [L], Ladstätter E, Körber H, Plöckl M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1397: Auslegung und Entwurf von Hubschraubern 1 (Helicopter Design and Architecture 1)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Klausur erbracht. Eine Mischung aus Wissensfragen und Rechenaufgaben prüft, inwieweit die Studierenden die Grundlagen der Auslegung von Hubschraubern verstehen und essentielle Modellierungsansätze anwenden können. Der Studierende demonstriert die Anwendung energie- und impulsbasierter Methoden um Flugzustände von Hubschraubern quantitativ zu beschreiben. Mit der Anwendung von Ersatzmodellen für Atmosphäre und Antriebssysteme wird von den Studierenden eine mathematische Verknüpfung von Auslegungsparametern und Flugleistungen erwartet. Ausgewählte Probleme der Hubschrauberauslegung und -leistungsrechnung müssen im Rahmen der Klausur gelöst werden. Weiterhin demonstriert der Studierende sein Verständnis von komplexeren Zusammenhängen des Hubschrauberentwurfs durch die Beantwortung von Kurzfragen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in Mechanik und Fluidmechanik

Inhalt:

Einführung
 Anforderungen für die Auslegung
 Dimensionierung
 Flugleistungen
 Kosten- und Massenabschätzung
 Konstruktive Aspekte

Lernergebnisse:

Durch den Besuch des Moduls erhalten die Studierenden Einblick in den Prozess der Hubschrauberauslegung. Neben der Kenntnis der Anforderungen an einen modernen Entwurf erlangen die Teilnehmer ein Verständnis von Zielkonflikten und der physikalischen Zusammenhänge. Die Fähigkeit zur Anwendung von Dimensionierungsmethoden wird ergänzt durch die Bewertung unterschiedlicher Entwürfe hinsichtlich zu erwartender Flugleistungen. Des Weiteren lernen die Studentinnen und Studenten nach der Teilnahme Methoden zur Abschätzung von Kosten- und Massenbeitrag der einzelnen Hubschrauberkomponenten kennen und verstehen den Einfluss der bestimmenden Parameter. Abschließend erlangen die Studenten Basiskenntnisse über konstruktive Aspekte im Hubschrauberbau.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. In der Zentralübung werden ausgewählte Aspekte vertieft und die Berechnung von Beispielaufgaben wird erläutert.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Tablet-PC mit Beamer, Online-Lehrmaterialien

Literatur:

J.G. Leishman Principles of Helicopter Aerodynamics

R.W. Prouty Helicopter Aerodynamics 1 bzw. 2

R.W. Prouty Helicopter Performance, Stability and Control

Modulverantwortliche(r):

Hajek, Manfred; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Auslegung und Entwurf von Hubschraubern 1 (Übung, 1 SWS)

Horvat B [L], Garre W, Horvat B

Auslegung und Entwurf von Hubschraubern 1 (Vorlesung, 2 SWS)

Horvat B [L], Hajek M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1398: Auslegung und Entwurf von Hubschraubern 2 (Helicopter Design and Architecture II)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung (je nach Teilnehmeranzahl) sind Wissensfragen und Rechenaufgaben zu bearbeiten. Es werden hierbei das Verständnis der verschiedenen Anforderungen an die Hauptbaugruppen eines Hubschraubers, deren Realisierungsformen sowie Funktionsweisen und der im Rahmen des Entwicklungsprozesses einzugehenden Kompromisse geprüft. Weiterhin wird das Lösen kleiner Auslegungs-/Dimensionierungsaufgaben verlangt. Schließlich werden Herausforderungen und Abläufe des Hubschrauberentwicklungsprozesses abgefragt.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich oder mündlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Auslegung und Entwurf von Hubschraubern I (empfohlen) Flugphysik der Hubschrauber I (empfohlen)

Inhalt:

Die Vorlesung "Auslegung und Entwurf von Hubschraubern II" baut auf der Vorgängervorlesung auf, welche sich überwiegend mit der Konfigurationsauswahl und der leistungsmäßigen Dimensionierung im Vorentwurf beschäftigt. Nun wird auf den gesamten

Entwicklungsprozess eingegangen. Dabei werden die Hauptbaugruppen wie Hauptrotor, Getriebe, Primärstruktur und Flugsteuerung vertiefend betrachtet.

Einführung - Gesamtentstehungsprozess

Hauptrotor - Blattentwicklung
 Getriebeentwurf
 Primärstruktur
 Flugsteuerung
 Organisationsstrukturen
 Planung von Projekten
 Verifikation und Versuche

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden Grundkenntnisse über den gesamten Entwicklungsprozess eines Hubschraubers. Die Studierenden können somit verschiedene Entwürfe bzw. Ausführungen der wichtigsten Baugruppen eines Hubschraubers wie Hauptrotor, Getriebe, Primärstruktur und Flugsteuerung beurteilen und neue Entwicklungen planen. Zudem sind die Studierenden in der Lage, Versuche und Experimente zu identifizieren und zu definieren, welche notwendig sind, die zuvor konstruierten Entwürfe zu verifizieren und zu validieren. Des Weiteren haben die Studierenden erlernt, Projekte aus dem Luft- und

Raumfahrtbereich zu planen, strukturieren und organisieren.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. In der Zentralübung werden ausgewählte Aspekte vertieft, die Berechnung von Beispielaufgaben erläutert und eine kleinere Entwurfsaufgabe in Kleingruppen am PC bewältigt

Medienform:

Vortrag, Powerpoint-Präsentation, Tafelanschrieb, PC-Programm zur Übung in Kleingruppen

Literatur:

Padfield, G.D.; Helicopter Flight Dynamics, Second Edition, 2007 Niemann, G. und Winter, H.;
Maschinenelemente, Band 2: Getriebe allgemein, 2003 Blanchard, B. and
Fabrycky, W.; Systems Engineering and Analysis, 2006 Engel, A.;
Verification, Validating, and Testing of Engineered Systems, 2010

Modulverantwortliche(r):

Hajek, Manfred; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1412: Prozesssimulation und Materialmodellierung von Composites (Process Simulation and Material Modelling of Composites) [PMC]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Aufgabenstellungen anzuwenden.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Faser-, Matrix-, und Verbundwerkstoffe mit ihren Eigenschaften
 Fertigungsverfahren für Composite-Bauteile
 Auslegung und Bauweisen von Composite Strukturen
 Finite Elemente

Inhalt:

Einführung anhand von einem Demonstrator -Bauteil (Überblick über Prozesssimulation und Materialmodellierung); numerische Grundlagen; Mikromechanik; Klassische Laminattheorie; First Ply Failure; Berücksichtigung von Schädigung bzw. Materialdegradation - Last Ply Failure; Materialmodellierung für Kleber, textile Preforms und Laminat; Multi Skalen Ansatz; Preforming Simulation: Drapieren, Kompaktieren, Flechten, Wickeln, Tapelegen Fiber Placement; Füllsimulation; Aushärtensimulation; Verzugssimulation; Struktursimulation (statisch, dynamisch/Crashsimulation, Stabilität); Anwendung der Simulation in der Forschung und in der industriellen Praxis

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung "Prozesssimulation und Materialmodellierung von Composites" sind die Studierenden in der Lage die Materialmodellierung von Composite Werkstoffen und die Simulation der Fertigungsprozesse praxisrelevant durchzuführen. Sie können die einzelnen Fertigungsschritte simulieren und haben ein grundlegendes Verständnis für die Schnittstellen zwischen den einzelnen Fertigungsschritten und die Parameter die übergeben werden können. Innerhalb der Materialmodellierung kann der Student Ansätze aus der Mikro- und Mesomechanik anwenden, um das Textil kontinuumsmechanisch zu beschreiben und um Eingabegrößen für eine Strukturanalyse auf Makroebene zu erarbeiten. Der Student ist in der Lage die Anwendbarkeit und Aussagegenauigkeit der einzelnen Simulationsmethoden für den Praxisfall zu bewerten und zwischen einem Stand der Forschung und einem Stand der Anwendung in der industriellen Praxis zu unterscheiden.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation mit Powerpoint Folien, Tafelbild, Beamer und fachspezifischer Simulations Software vermittelt. Anhand von Beispielen aus der Praxis wird zuerst der "rote Faden" erklärt und ein grundlegendes Verständnis für die Aufgabenstellungen geschaffen. Die theoretischen und praktischen Grundlagen werden im Anschluß über Folienpräsentation und Tafelbild und über Rückfragen vermittelt und gemeinsam erarbeitet. Das erlernte Wissen wird in den Übungen an praxisnahen Beispielen angewandt (z.B. Drapiersimulation eines Multiaxialgeleges für ein Bauteil aus der Automobilindustrie). Den Studierenden wird eine Foliensammlung zugänglich gemacht. Alle Lehrmaterialien werden online zur Verfügung gestellt. In den Assistentensprechstunden wird individuelle Hilfe gegeben.

Medienform:

Vortrag, Präsentation mit Powerpoint Folien, Tafelbild, Beamer, Online-Lehrmaterialien, Fachspezifische Simulations Software

Literatur:

A.Puck, Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten, Hanser Verlag, 1996, ISBN 3-446-18194-6
 Long, A.C., Composite Forming Technologies, 2007, Woodhead Publishing Limited, ISBN 978-1-84569-033-5
 Kruckenberg, Paton, Resin Transfer Moulding for Aerospace Structures, 1998, Kluwer Academic Publishers, ISBN 0412731509

Modulverantwortliche(r):

Drechsler, Klaus; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Prozesssimulation und Materialmodellierung von Composites (Vorlesung, 2 SWS)
 Drechsler K [L], Copony M, Hartmann M

Prozesssimulation und Materialmodellierung von Composites (Übung, 1 SWS)
 Drechsler K [L], Copony M, Hartmann M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1692: Aeroakustik (Aeroacoustics) [AA]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer 90-minütigen, schriftlichen Klausur erbracht, in der das Erreichen sämtlicher Lernergebnisse überprüft wird. In einem Kurzfragenteil sollen die Studierenden demonstrieren, dass sie grundlegende Fakten zur Aeroakustik kennen und die Zusammenhänge verstehen. Durch die Bearbeitung von Rechenaufgaben soll nachgewiesen werden, dass Studierende in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln ein aeroakustisches Problem erkennen und Wege zur korrekten Lösung finden.

Als Hilfsmittel für die Prüfung sind ein nicht-programmierbarer Taschenrechner, ein Wörterbuch (dictionary) und eine ausführliche Formelsammlung, die mit den Prüfungsunterlagen ausgehändigt wird, zugelassen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
		Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Fluidmechanik I, Fluidmechanik II

Inhalt:

Eigenschaften und quantitative Beschreibung von Schall;
Wellengleichung der linearen Akustik, ebene Wellen, komplexe Wandimpedanz, Reflexion, Transmission;
Schallausbreitung in Kanälen, Modenstruktur; dreidimensionale Schallfelder, atmende und vibrierende Kugel;
Schallquellen: Monopol, Dipol, Quadrupol, Inhomogene Wellengleichung der Akustik, kompakte Quelle und Fernfeldapproximation; Schallerzeugung durch Strömung; akustische Analogie, Lighthill-Gleichung, Freistrahllärm, Erweiterung von Ffowcs Williams Hawkins und Curle, Kirchhoff-Integral, Wirbelschall.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sollen die Studierenden in der Lage sein, Problemstellungen aus der Aeroakustik als solche zu erkennen und entsprechend der grundsätzlichen physikalischen Entstehungsmechanismen (pulsierender Massenfluss, Wechselkräfte, Turbulenz) einordnen zu können. Auf dieser Grundlage werden sie in der Lage sein, Maßnahmen zur Reduzierung oder Eindämmung von Strömungslärm zu entwerfen. Sie sollen zudem die Fähigkeit erwerben, zu beurteilen, welche Prognosemethoden für die Entstehung und die Ausbreitung von Strömungsschall bei einer konkreten Problemstellung aus Naturwissenschaft und Technik in Frage kommen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Anschrieb mittels Tablet-PC und Beamer vermittelt. Dabei kommen Ausfüllfolien mit Leerstellen zum Einsatz, bei denen während der Vorlesung Teilschritte bei mathematischen Herleitungen ergänzt werden. Die Theorie wird mittels Beispielen unter

Verwendung audiovisueller Medien veranschaulicht. Den Studierenden wird eine Foliensammlung online zugänglich gemacht. In der Übung werden Aufgaben aus den im Voraus bekannt gemachten Übungsblättern vorgerechnet. Kleine Programmieraufgaben auf Basis von MATLAB helfen dabei, den Lernstoff zu verdeutlichen.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht,
MATLAB-Codes

Literatur:

Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben.

Klaus Ehrenfried. "Strömungsakustik" (2004), ISBN 3-89820-699-8.

A. P. Dowling & J.E. Ffowcs Williams. ζ Sound and sources of sound ζ ,
John Wiley & Sons, 1983.

M. S. Howe. ζ Theory of vortex sound ζ . Cambridge University Press, 2003.

S. W. Rienstra & A. Hirschberg, (Eindhoven University of Technology): An introduction to Acoustics, 15 January 2012.

M. Goldstein. ζ Aeroacoustics ζ , McGraw Hill Internat. Book Company, 1976.

Modulverantwortliche(r):

Kaltenbach, Hans-Jakob; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Aeroakustik (MW1692) (Übung, 1 SWS)

Kaltenbach H

Aeroakustik (MW1692) (Vorlesung, 2 SWS)

Kaltenbach H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2123: Aerodynamische Auslegung von Turbomaschinen (Aerodynamic Design of Turbomachinery) [AAT]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer 90-minütigen, schriftlichen Klausur erbracht. In einem Kurzfragenteil sollen die Studierenden demonstrieren, dass sie die Grundlagen der Auslegung von in der Industrie gängigen Turbomaschinenbauarten beherrschen. Durch die Bearbeitung von Rechenaufgaben soll die Fähigkeit der Studierenden nachgewiesen werden, Methoden zur Auslegung und Analyse von Turbomaschinen anzuwenden sowie berechnete Lösungen für eine technische Problemstellung zu bewerten und zu verbessern.

Zugelassene Hilfsmittel:

- nichtprogrammierbarer Taschenrechner
- vom Lehrstuhl gestellte Formelsammlung
- Zeichenwerkzeuge

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Flugantriebe 1 und Gasturbinen oder Grundlagen der Turbomaschinen und Flugantriebe (empfohlen)

Inhalt:

Verdichter- und Turbinenbauweisen und Einsatzgebiete, Funktionsweise von Turbomaschinen, fluid- und thermodynamische Grundlagen, Erhaltungsgleichungen im Absolut- und Relativsystem, Energieumsetzung in der Turbomaschinenstufe, Wirkungsgrade und Kenngrößen von Verdichter- und Turbinenstufen, einfache und erweiterte Differentialgleichung der Turbomaschinenströmung, Berechnungsverfahren: Mittelschnitt-, Mehrschnitt- und CFD-Technik, Verdichterkennfelder und Stufeninteraktion, Regelung und Überwachung des Verdichters, stationäres und instationäres Betriebsverhalten, sekundäre Strömungsphänomene, Einführung in die numerische Strömungsmechanik (CFD), numerische Berechnungsmethoden, Rotor-Stator-Interaktion

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die in der Industrie gängigen Turbomaschinenbauarten (Axial-, Radial- und Diagonalverdichter und -turbine) anhand von Vorgabeparametern zu berechnen und auszulegen. Sie verstehen die grundlegende Herangehensweise ausgehend von einfacher 1D Auslegung zu komplexer aerodynamischer 3D Auslegung von Verdichtern. Sie sind in der Lage, Verdichterparameter im Hinblick auf die Leistungsumsetzung und Betriebsverhalten zu analysieren und eine Bewertung durchzuführen, um die jeweiligen Stabilitätsgrenzen von Verdichtern einzuhalten. Sie sind des Weiteren in der Lage, die verschiedenen aufgezeigten numerischen Methoden zur Auslegung von Turbomaschinen zu bewerten, und für die jeweilige Aufgabenstellung eine geeignete Auswahl der numerischen Methode im Hinblick auf Anwendungskriterien zu treffen. Die Studierenden sind in der Lage, eine berechnete Lösung für eine

technische Problemstellung (z.B. Verdichterauslegung) zu bewerten und eigenständige Verbesserungsvorschläge zu schaffen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Den Studierenden wird eine Foliensammlung, eine Formelsammlung sowie die jeweiligen Übungsaufgaben mit Musterlösung zugänglich gemacht. In der Übung werden beispielhaft Aufgaben mit Praxisbezug vorgerechnet und relevante Thematiken aus der Vorlesung intensiv behandelt. Alle Lehrmaterialien sowie weiterführende Informationen werden online zur Verfügung gestellt. In den Assistentensprechstunden kann individuelle Hilfe gegeben werden.

Medienform:

Skript, Präsentationen, Tafelanschrieb, Tablet-PC mit Beamer, Aufgaben mit Musterlösung

Literatur:

Cumpsty, N.A.: Compressor Aerodynamics, Krieger Pub. Co., 2004, ISBN 1-5752-4247-8.

Modulverantwortliche(r):

Hupfer, Andreas; Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2128: Ergonomische Aspekte der Luftfahrt und Flugführung (Human Factors in Aviation)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einem Lernportfolio, indem die Studierenden für den Lernprozess Verantwortung übernehmen im Sinne einer Selbstlernkontrolle. Das Lernportfolio umfasst die drei Teile Vortrag, Diskussionsleitung und mündliche Prüfung zum Nachweis des Lernfortschritts und Leistungsstands. Zu Beginn der Vorlesungsreihe werden immer zwei Studierende (wenn möglich interdisziplinär) einem Vortragsthema zugeteilt. Ziel dieses Studierenden-Tandem ist es, sich als Experten zu ihrem zugeteilten Thema zu entwickeln. Das Tandem erarbeitet sich hierzu das zugeteilte Thema selbstständig und bereitet eine Diskussion vor. Im Rahmen eines Vortragsformates hält jeweils ein Gastdozierender im ersten Teil der Veranstaltung einen Vortrag. Daran anschließend übernimmt das Studierenden-Tandem den zweiten Teil der Veranstaltung, fasst in einem kurzen Vortrag das Thema zusammen und leitet eine Diskussionsrunde mit den anderen Studierenden. Dieses Diskussionsformat soll den Studierenden die Möglichkeit geben sich auf wissenschaftliche Diskurse und Diskussionen vorzubereiten. Bewertet werden neben der fachlichen Korrektheit vor allem auch die Diskussion und die Diskussionsleitung. Am Ende des Moduls werden immer zwei Studierenden-Tandems zusammen mündlich geprüft. Hierbei erhalten die Studierenden einen Flugunfall und sollen nachweisen, dass sie den Unfall im Kontext ihres behandelten Themas und im Gesamtkontext der Ergonomie einordnen und beurteilen können. Dazu haben sie 1 h Zeit zur Vorbereitung und werden zu viert 1 h mündlich geprüft. Die Gesamtnote setzt sich zusammen aus 20% Diskussion, 30% Vortrag und 50% mündliche Prüfung.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
		Folgesemester
	Gespräch:	Vortrag:
	Ja	Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Wir empfehlen den vorausgehenden Besuch des Moduls Menschliche Zuverlässigkeit

Inhalt:

In der Luftfahrt begründen sich rund 80% der Fehler direkt oder indirekt durch menschliche Handlungen. Somit stehen für eine weitere Reduzierung von Risiken in der Luftfahrt mehr Ergonomen und weniger reine Techniker in der Pflicht. Dieses Modul thematisiert die thematische Breite unterschiedlicher ergonomischer Bereiche in der Luftfahrt bis hin zu den Schnittstellen zu technischen, naturwissenschaftlichen und psychologischen Ansätzen. Die einzelnen Themen behandeln dabei insbesondere:

- Ergonomische Cockpitgestaltung
- Handling Qualities
- Flugmedizinische Aspekte in der Ergonomie
- Ergonomische Aspekte der Flugsicherung
- Ergonomische Aspekte beim Einsatz von Automation

- Flugunfallanalyse
- Flugsimulation

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage

- Risiken auf den Flugbetrieb zu analysieren
- unterschiedliche Vorgehensweisen zur Risikoreduzierung zu verstehen
- ergonomische Gestaltungsmethoden und ihre praktische Anwendung zu verstehen
- ergonomische Bewertungsverfahren zu verstehen und deren praktische Durchführung erinnern
- Mechanismen des menschlichen Verhaltens zu analysieren und hinsichtlich der Zuverlässigkeit kontextspezifisch anzuwenden und zu verstehen. Dies ermöglicht ein tiefgreifendes Verständnis komplexer Fehler.
- menschliche Fehler zu klassifizieren und entsprechende Fehlermodelle anzuwenden um somit Risiken zu analysieren und passende Abwehrstrategien zu bewerten
- wissenschaftliche Ausarbeitungen anzufertigen
- eigenständiges Erarbeiten von Inhalten, welche die einzelnen Vorlesungsschwerpunkte verbinden

Lehr- und Lernmethoden:

Die Vorlesung erfolgt anhand einer Präsentation durch verschiedene Gastdozenten. In der Übung wird die Fachliteratur, welche vor dem jeweiligen Vortrag verteilt wurde, diskutiert und in den Zusammenhang mit dem Vortrag gebracht. Die Diskussionsleitung wird dabei von den Studierenden übernommen.

Medienform:

Power-Point Präsentation, schriftliche Literatur in Form wissenschaftlicher Veröffentlichungen, Exkursion

Literatur:

Scheiderer, J.; Ebermann, Hans-Joachim (2010): Human Factors im Cockpit. Praxis sicheren Handelns für Piloten. Heidelberg.

Auf weiterführende und spezifische Literatur zu den einzelnen Veranstaltungsterminen wird in den Vorlesungsunterlagen hingewiesen.

Modulverantwortliche(r):

Bengler, Klaus; Prof. Dr. phil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Ergonomische Aspekte der Luftfahrt und Flugführung (Vorlesung-Übung, 3 SWS)

Hebe J [L], Bengler K, Feierle A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2152: Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Englisch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Examination with the following elements:

- Written or oral examination at the end of lectures (100%), depending on the number of attendees.
- During the lecture period optional seminar talks may be presented.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich oder mündlich	60 min. written or 30 min. oral, respectively.	
		Vortrag:
		Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Knowledge in engineering mechanics and aerodynamics.

Inhalt:

The course offers a broad introduction to the engineering principles underlying the operation of wind turbines, as well as their design. The course is organized in the following five main modules:

- " Introduction: introduction to wind energy, and overview of wind energy systems and wind turbines; the wind resource and its characteristics; anatomy of a modern wind turbine; wind turbine components; electrical aspects.
- " Wind turbine aerodynamics: overview of rotor aerodynamics; one-dimensional momentum theory and Betz limit; wake swirl; airfoils; blade element momentum theory, dynamic inflow; unsteady corrections, blade tip and hub losses, dynamic stall, stall delay and three-dimensional effects; deterministic and stochastic wind models.
- " Dynamics and aeroservoelasticity: rigid and elastic flapping and lagging blade; the rotor as a filter, aerodynamic damping, flutter, limit cycle oscillations; loads; stability analysis; aeroservoelastic models of wind turbines; aeroservoelastohydroelastic models for off-shore applications.
- " Wind turbine control: overview and architecture of wind turbine control systems; on-board sensors; supervisory control; regulation strategies; trimmers, load-reducing control, dampers; load and wind observers.
- " Wind turbine design: overview of design criteria and certification guidelines; aerodynamic design; structural design; design and choice of sub-systems and components.

Lernergebnisse:

After successfully completing the course, students will have an understanding of the physical processes underlying

the energy conversion process from wind. They will have a solid basic knowledge of wind turbine aerodynamics and structural dynamics, and they will understand the main strategies used for controlling these machines over their complete operating range. A specific goal of the course is to provide students with a multidisciplinary vision on the physics of wind energy systems, and an understanding of the methods used for their modeling and simulation. A particular emphasis will be placed on design, and on the effects of design choices on the cost of energy.

Lehr- und Lernmethoden:

Learning method:

In addition to the individual methods of the students consolidated knowledge is aspired by repeated lessons in exercises and tutorials.

Teaching method:

During the lectures students are instructed in a teacher-centered style. The exercises are held in a student-centered way.

Medienform:

The following kinds of media are used:

- Class room lectures
- Lecture notes (handouts)
- Exercises with solutions as download

Literatur:

Course material will be provided by the instructor.

Additional recommended literature:

" T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, E. Bossanyi, Wind Energy Handbook, Wiley, 2011.

" J. F. Manwell, J.G. McGowan, A.L. Rogers, Wind Energy Explained, Theory, Design and Application, Wiley, 2012.

Modulverantwortliche(r):

Bottasso, Carlo; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Vorlesung, 2 SWS)

Bottasso C [L], Bottasso C, Schreiber J

Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Übung, 1,5 SWS)

Bottasso C [L], Schreiber J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2182: Orbit- und Flugmechanik (Orbit and Flight Mechanics)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Problemstellungen aus Vorlesung und Übung anzuwenden. Die schriftliche Prüfung besteht aus ca. 20 bis 30 kürzeren Aufgaben, die den gesamten Vorlesungs- und Übungsinhalt abdecken. Es sind sowohl Kurzfragen als auch Rechenaufgaben enthalten. Die Aufteilung zwischen den beiden Fragearten beträgt ungefähr 50%. Geprüft wird das Verständnis der fortgeschrittenen Orbitmechanik und der Flugmechanik (also Aufstieg und Wiedereintritt von Raumfahrtkörpern). Der Studierende muss unter Beweis stellen, dass er die Inhalte dieser Themenbereiche verstanden hat und in der Lage ist, diese auf konkrete Missions-Anforderungen anzuwenden und machbare Lösungen zu finden. Für die Bearbeitung der Prüfung wird den Studenten eine Formelsammlung bereitgestellt. Außer einem nicht-programmierbaren Taschenrechner sind sonst keine weiteren Hilfsmittel erlaubt.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen der Raumfahrt (früher Raumfahrttechnik I)

Inhalt:

- " Orbitgeometrie: Koordinatensysteme, Ground tracks, Earth coverage, Bahnbestimmung, radiale Orbits
- " Bahnübergänge: elementare Manöver, allgemeine Bahnübergänge, Lambert Transfer, Hohmann-Transfer (Wiederholung), bi-elliptischer Transfer, Continuous Thrust Transfer
- " Orbitales Rendezvous: Hill-Gleichungen, Typen der Relativbewegung, Rendezvous & Docking am Beispiel der ISS
- " Satellitendynamik: Physik der Rotation, Lagekinematik, Lagedynamik, Gravitationsgradienten-Stabilisierung
- " Bahnstörungen: Gravitationsstörungen, Drag, Strahlungsdruck, Resonante Orbits, GPS, GEO, lunisolare Störungen
- " Dreikörperproblem: Synchrone Orbits, R3BP, CR3BP, Invariante Mannigfaltigkeiten, Bahnen um Librationspunkte
- " Interplanetare Flüge: Patched Conics, Ab- und Anflugbahnen, Übergangsbahnen, Flyby-Manöver, Weak Stability Boundary Transfers
- " Aufstiegsmechanik: Erdatmosphäre, Ableitung der Bewegungsgleichungen, Aufstiegsphasen, Aufstiegsoptimierung
- " Wiedereintritt: Bewegungsgleichungen, Deorbit Phase, Ballistischer Wiedereintritt, Reentry mit Lift, Reflexionen und Skip Reentry, Lifting Reentry
- " Thermale Strahlung (Physik & Modellierung): Photometrie, Strahlung schwarzer Körper, Reale Strahler, Lambert-Strahler, Oberflächeneffekte, Strahlung zwischen zwei Lambert-Oberflächen, Punktstrahler,

Strahlungsgleichgewicht, Wahl von Materialien, Thermalmodellierung (Wärmeleitungsgleichung, Mathematische Strukturmodellierung)

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung haben die Studierenden ein tiefes Verständnis der höheren und aktuellen Themen der Orbit- und Flugmechanik. Sie besitzen nach Abschluss der Veranstaltung alle notwendigen Kenntnisse, um sich in entsprechende Gebiete selbst einzuarbeiten und dort eigene Fachbeiträge leisten zu können.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Zur Ergänzung und Nachbereitung wird das Buch zur Vorlesung empfohlen.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Tafelanschrieb

Literatur:

U. Walter, Astronautics, 2nd edition, Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-41035-4 (Das Buch zur Vorlesung)

Ein weiterführender umfangreicher Literaturüberblick ist in den Vorlesungsunterlagen gegeben.

Modulverantwortliche(r):

Walter, Ulrich; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2237: Flugführung 1 (Flight Guidance 1)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur erbracht. Eine Mischung aus Wissensfragen und Rechenaufgaben prüft, inwieweit die Studierenden die Funktionsweise der Flugführungseinrichtungen verstehen und essentielle Aufgaben der Flugführung durchführen können. Der Studierende demonstriert das Verständnis der Bord- und Bodenanlagen, die zur Durchführung von Flugführung notwendig sind und die Fähigkeit, Aussagen über deren Zuverlässigkeit, Genauigkeit und weitere Aspekte im Betrieb zu treffen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Das Bachelormodul "Grundlagen der Flugsystemdynamik und Flugregelung" oder äquivalente Vorkenntnisse sind zu empfehlen.

Inhalt:

Einführung
 Aufbau des Flugzeugcockpits, Funktionsweise der Instrumente
 Gesetzliche Aspekte: Zulassung und Betrieb von Flugführungseinrichtungen
 Navigation: Unterschiedliche Verfahren, Systeme, Zuverlässigkeit und Fehler
 Ausgewählte Flugzeugsysteme: Notwendigkeit und Funktionsweise
 Technik der Flugsicherung: Radar, Kommunikation

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls ist der Student in der Lage, die technischen Hintergründe der Flugführung zu verstehen und anzuwenden. Diese betreffen nicht nur die Funktionsweise der sich im Einsatz befindlichen Techniken wie beispielsweise Messonden und Navigationseinrichtungen, sondern auch Aspekte aus dem Betrieb dieser Einrichtungen. Der Schwerpunkt wird hierbei auf zivile Luftfahrt gelegt. Das Modul soll die Studierende darauf vorbereiten, in Zukunft als Ingenieure der Luft- und Raumfahrt diese technischen Anlagen zu entwickeln und zu betreiben.

Die Vorlesung Flugführung 1 soll darüber hinaus Studierenden einen tiefen, jedoch breiten Einblick in diversen Bereichen (Flugregelung, Signaltechnik, Navigation usw.) ermöglichen, um sich nach der Vorlesung in die gewünschten Bereichen zu vertiefen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. In der Zentralübung werden ausgewählte Aspekte vertieft und die Berechnung von Beispielaufgaben wird erläutert.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Tablet-PC mit Beamer, Online-Lehrmaterialien

Literatur:

Mensen, H. Moderne Flugsicherung. Springer. Berlin Heidelberg, 2004.

H. Flühr. Avionik und Flugsicherungstechnik. Springer, Heidelberg, 2010.

Farrell, Jay A and Barth, Matthew, The Global Positioning System & Inertial Navigation, McGraw-Hill, New York, 1999

Hofmann-Wellenhof, Legat and Wieser, Navigation: Principles of positioning and guidance, Springer, Wien, 2003

Kennedy, Melita, Understanding Map Projections, Environmental Systems Research Institute Inc., Redlands, 2000

Groves, Paul D., Principles of GNSS, inertial and multisensor integrated navigation systems, Artech House, Boston, 2008

Modulverantwortliche(r):

Holzappel, Florian; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Flugführung 1 (Vorlesung, 2 SWS)

Holzappel F [L], Holzappel F (Schmiechen K, Wang C)

Übung zu Flugführung 1 (Übung, 1 SWS)

Holzappel F [L], Holzappel F (Wang C, Schmiechen K)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2282: Sicherheit und Zulassung von Avionik und Flugsteuerungssystemen (Safety and Certification of Avionics and Flight Control Systems)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch/Englisch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Prüfung über 90 Minuten in der vorlesungsfreien Zeit erbracht. Grundlage der Prüfung sind die Hauptpunkte des behandelten Stoffes.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Das interdisziplinäre Modul richtet sich an Studenten und Doktoranden aus verschiedenen Studiengängen (Maschinenwesen, Physik, Elektro-/Informationstechnik), die sich Fachwissen in den Bereichen Avionik, Flugsteuerungssysteme und Sicherheitsanalyse in der Luftfahrt aneignen möchten.

Inhalt:

Die Vorlesung beschäftigt sich mit dem Zulassungsprozess für Avionik und Flugsteuerungssysteme in der kommerziellen Luftfahrt. Der Schwerpunkt liegt auf den Analysemethoden für die Erbringung des Sicherheitsnachweises, unter Beachtung deren üblicher Anwendung in Entwicklungsprojekten sicherheitskritischer Systeme in der Industrie.

Zunächst wird ein allgemeiner Überblick über die Entwicklung und Zulassung von Avionik und Flugsteuerungssystemen gegeben, darunter die Inhalte relevanter Entwicklungsstandards und der daraus resultierenden Prozessschritte. Aufbauend darauf wird fundiertes Wissen über Prozesse und Methoden für die Bewertung der Sicherheit von komplexen technischen Systemen im Flugzeug vermittelt.

Lernergebnisse:

Ziel der Lehrveranstaltung sind die Vermittlung der Befähigungen, den Entwicklungsprozess eines komplexen technischen Systems nach den relevanten Regularien und Standards strukturieren zu können und den für die Zulassung erforderlichen Sicherheitsnachweis mathematisch fundiert und methodisch strukturiert erarbeiten zu können.

- ∫ Zulassung von Avionik und Flugsteuerungssystemen
- ∫ Entwicklungsprozesse
- ∫ Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie in der Zuverlässigkeitsrechnung
- ∫ Sicherheitsanalyse

Lehr- und Lernmethoden:

Vorbereitung zu jedem Termin: Selbstständiges Vorbereiten der Inhalte auf Basis der Vorlesungsunterlagen
- Übung: Recherche- und Rechenübungen zur selbstständigen Durchführung

Medienform:

Powerpoint Folien, Skripte, Aufgabenblätter

Literatur:

Ausführliche Vorlesungsunterlagen und Übungsaufgaben

Modulverantwortliche(r):

Alexander Wille (alexander.wille@tum.de)

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Safety and Certification of Avionics and Flight Control Systems (Übung, 1 SWS)

Holzappel F [L], Holzappel F (Rhein J, Wille A, Nürnberger K)

Safety and Certification of Avionics and Flight Control Systems (Vorlesung, 2 SWS)

Holzappel F [L], Holzappel F (Rhein J, Wille A, Nürnberger K, Peter L)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Studiengangübergreifende Module (Global Master Modules)

Dieser Wahlpflichtbereich enthält studiengangübergreifende Module.

Aus diesem Bereich sind maximal 10 ECTS zu erbringen. Da die aktuell gültige Liste an studiengangübergreifenden Modulen sehr umfangreich ist, enthält dieses Modulhandbuch stellvertretend für diese Vielzahl beispielhaft nur einige konkrete Modulbeschreibungen solcher Module.

(Dieses Modulhandbuch kann von den Studierenden mit den Beschreibungen zu den jeweils tatsächlich belegten Modulen erweitert werden.)

Modulbeschreibung

MW0010: Antriebssystemtechnik für Fahrzeuge (System Engineering for Vehicle Drive Lines)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur erbracht. In der Prüfung soll nachgewiesen werden, dass in begrenzter Zeit Lösungen für Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Antriebssystemtechnik gefunden werden können. Zudem wird geprüft, ob ein umfassendes Verständnis der Antriebstechnik in Fahrzeugen vermittelt werden konnte. Die Modulprüfung Antriebssystemtechnik für Fahrzeuge besteht aus einem Teil ohne Hilfsmittel, der schriftlich zu bearbeiten ist. Die Prüfungsdauer beträgt 90 Minuten.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Maschinenelemente, empfohlen: Maschinenelemente I und II

Inhalt:

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- einen umfassenden Überblick über unterschiedliche Antriebskonzepte zu geben
- Kernaufgaben von Getrieben zu verstehen
- Anforderungen an Antriebssysteme einzuschätzen
- Komponenten und Baugruppen des Pkw-Antriebsstrangs zu unterscheiden
- Beispiele für Fahrzeuggetriebe (Pkw, Lkw, Traktor, Schiff) darzustellen
- Praxislösungen in der Antriebstechnik zu diskutieren.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Lehrinhalte werden im Rahmen der Vorlesung mithilfe von Vortrag und Präsentation vermittelt. Zudem wird eine Aktivierung der Hörer mittels eines Skripts (Lückentext) angestrebt. Praxisvorträge von Industrievertretern vervollständigen die Vorlesung.

Medienform:

Präsentation, Skript, Modelle

Literatur:

Naunheimer H., Bernd, B., Lechner, G.: Fahrzeuggetriebe - Grundlagen, Auswahl, Auslegung und Konstruktion, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.
Zeller P.: Handbuch Fahrzeugakustik, 2. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2012.
Niemann G., Winter H., Höhn B.-R.: Maschinenelemente Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2005.
Niemann G., Winter H.: Maschinenelemente Band 2: Getriebe allgemein, Zahnradgetriebe - Grundlagen, Stirnradgetriebe, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2003.
Niemann G., Winter H.: Maschinenelemente Band 3: Schraubrad-, Kegelrad-, Schnecken-, Ketten-, Riemen-, Reibradgetriebe, Kupplungen, Bremsen, Freiläufe, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1983.

Modulverantwortliche(r):

Stahl, Karsten; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Antriebssystemtechnik für Fahrzeuge (Vorlesung, 2 SWS)
Stahl K [L], Miletì M, Götz J, Pellkofer J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0056: Grundlagen Medizintechnik und Biokompatible Werkstoffe 1 (Basics Medical Engineering and Biocompatible Materials 1)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung (Dauer: 90 Min.) wird das Verständnis der vermittelten Fachkenntnisse überprüft. Darüber hinaus wird geprüft, in wie weit die Studierenden in der Lage sind, das Gelernte auch auf die Lösung neuer Fragestellungen anzuwenden und zur Analyse und Bewertung von ingenieurwissenschaftlichen Problemen heranzuziehen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Im Modul "Grundlagen Medizintechnik: Biokompatible Werkstoffe 1" werden die Grundlagen der therapeutischen und diagnostischen Medizintechnik vermittelt und eine Vertiefung in Richtung Biokompatible Werkstoffe vorgenommen. Werkstoffe sind jene unabdingbaren Festkörper, ohne die eine Diagnostik oder eine Therapie nicht möglich wären. Für die Studenten soll hiermit ein umfassender Einblick in die Welt der Medizintechnik ermöglicht werden.

Dabei werden folgende Themen behandelt:

Grundlagen der Medizintechnik in Diagnostik und Therapie, Vorstellung der wichtigsten mechanischen, elektrischen und biochemischen diagnostischen Verfahren sowie der modernsten Therapien mit Implantaten, Drug-Delivery-Systems, Elektroden, Knochen- und Weichteilbehandlungen sowie der chirurgisch-operativen Therapien. Für alle genannten Gebiete gilt der besondere Bezug zu Werkstoffen.

Werkstoffe in der Medizintechnik: Polymere; Werkstoffe in der Medizintechnik: Keramische Werkstoffe; Werkstoffe in der Medizintechnik: Metalle; Biologische Grundlagen; Tissue Engineering; Prozesstechnologien für die Medizintechnik; Geräte in der Medizintechnik; Theragnostik; Grundlagen Sterilisation; Bildgebende Verfahren; Implantologie; Herzkreislauf-Implantate; Implantate der Stoffwechselorgane sowie des Knochens und des Halteapparates; Auf Anwendungen am Schädel (Neurochirurgie, Dental-Verfahren) wird besonderer Wert gelegt;

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls "Grundlagen Medizintechnik: Biokompatibel Werkstoffe 1" sind die Studierenden zu folgenden Leistungen in der Lage:

- Weitreichende Kenntnisse in den wichtigsten Themenfeldern der Medizintechnik

- Eigenständige Analyse ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen der Medizintechnik und Entwicklung von Lösungen
- Kritische Bewertungen medizintechnischer Fragestellungen vorzunehmen und Kreation von Innovationen
- Kenntnisse über Marktgesetze und Innovationsförderung durch industriell-universitäre Cluster
- Einschätzung rechtlicher Voraussetzungen bei der Herstellung von Medizinprodukten

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Filmmaterial vermittelt. Beispielhaft werden Probleme und Themen aus der Praxis dargestellt. Den Studierenden werden die gelesenen Folien sowie weiterführende Informationen online über das Elearning-Portal zugänglich gemacht. Die klassische Frontalvorlesung wird durch zahlreiche Fragen- und Antwortpassagen auf eine optimale Form der Wissensvermittlung gebracht.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Online-Lehrmaterialien, Operationsfilme;

Literatur:

Wintermantel, E., Ha, S.-W., Medizintechnik - Life Science Engineering, 5. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, Deutschland, 2009, <http://www.springerlink.com/content/j78q17/>

Modulverantwortliche(r):

Wintermantel, Erich; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Grundlagen Medizintechnik: Biokompatible Werkstoffe 1 (Vorlesung, 3 SWS)
Burkhardt S, Eblenkamp M, Werner V

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1977: Planung thermischer Prozesse (Process Design) [PTP]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die vermittelten Grundlagen der konzeptuellen Prozesssynthese werden durch eine schriftliche Klausur (Dauer: 60 Minuten) zu ausgewählten Inhalten des Moduls überprüft. Anhand der Prozessentwicklung von konkreten Beispielen wird überprüft, ob die im Modul vermittelten Methoden zur Prozesssynthese verstanden und richtig angewendet werden. In der Prüfung sind keine Hilfsmittel zugelassen.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 60	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse der thermischen Verfahrenstechnik.

Inhalt:

Zielsetzung des Moduls ist die Vermittlung von Methoden und Strategien zur Entwicklung von Produktionsprozessen der chemischen, der petrochemischen und der pharmazeutischen Industrie. Diese Produktionsprozesse bestehen meist aus einer Vielzahl von einzelnen Prozessschritten, die als Unit Operations bezeichnet werden. Hierzu zählen z.B. die Reaktion und die thermischen Trennoperationen Rektifikation, Absorption, Verdampfung, Extraktion, Trocknen usw.. Schwerpunkt der Vorlesung ist die wissensbasierte Synthese von Gesamtprozessen, die wegen prozessinterner Stoffströme sehr komplex sein können. Die Leistungsfähigkeit der Methoden zur konzeptuellen Prozesssynthese wird anhand vieler industrieller Prozessbeispiele demonstriert. Hierzu zählen Prozesse zur Zerlegung binärer und ternärer Flüssigkeitsgemische. Besonders komplex sind die Prozesse zur Zerlegung sogenannter azeotroper Gemische. Weiters werden Prozesse der Batch- und der Reaktivdestillation behandelt. Außerdem werden Strategien für die Entwicklung von Regelkonfigurationen, der Energiebedarf derartiger Prozesse und der optimale prozessinterne Wärmeverbund präsentiert.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der konzeptuellen Prozesssynthese zu verstehen und bei der Entwicklung von verfahrenstechnischen Prozessen gezielt anzuwenden. Bestehende Prozesse können analysiert und hinsichtlich Energiebedarf und Prozessführung bewertet werden. Außerdem können die Studierenden Methoden zur Entwicklung von Regelkonfigurationen und zur Optimierung des prozessinternen Wärmeverbunds anwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte des Moduls werden als virtuelle Vorlesung zur Verfügung gestellt. Zusätzlich gibt es ein Skript mit den in der Vorlesung erarbeiteten Ergebnissen. Die virtuelle Vorlesung ist so aufgebaut, dass sie am Stück angeschaut werden kann aber auch einzelne Punkte gezielt angewählt werden können. Die Studierenden erhalten außerdem ein Übungsheft mit Aufgaben. Die dazu erarbeiteten Lösungen werden ebenfalls online durch gezielte Fragestellungen überprüft. Dies ermöglicht den Studierenden eine Selbstkontrolle. Neben einer Einführung als Präsenzveranstaltung sind auch vereinzelt Termine im Hörsaal zur Fragestellung und zum Austausch der Studierenden untereinander vorgesehen.

Medienform:

Die Vorlesung ist nach Anmeldung in Form einer virtuellen Vorlesung über das Internet abrufbar. Dabei kann die Vorlesung zu jedem beliebigen Zeitpunkt teilweise oder am Stück mit einem internetfähigen Rechner angeschaut werden. Zudem wird ein Skript (pdf-Datei) als Download zur Verfügung gestellt. Ein Übungsheft mit Aufgaben ermöglicht den Studierenden eine Selbstüberprüfung. Anhand von gezielten Fragestellungen kann im Übungsteil des virtuellen Angebots die Richtigkeit der erarbeiteten Lösung überprüft werden.

Literatur:

A. Mersmann, M. Kind, J. Stichlmair: Thermische Verfahrenstechnik, Springer Verlag Berlin, 2005
 J.G. Stichlmair, J.R. Fair: Distillation, Wiley-VCH, 1998
 W.D. Seider, J.D. Seader, D.R. Levin: Process Design Principles, John Wiley & Sons, Inc., 1999
 M.F. Doherty, M.F. Malone, Conceptual Design of Distillation Systems, McGraw-Hill Book Company, 2001
 R.H. Perry, W.D. Green, J.O. Maloney: Perrys Chemical Engineers Handbook, McGraw-Hill Book Company, 7. Auflage, 1997

Modulverantwortliche(r):

Klein, Harald; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Planung thermischer Prozesse - Übung (Übung, 1 SWS)
 Rehfeldt S

Planung thermischer Prozesse (Vorlesung, 2 SWS)
 Rehfeldt S (Fritsch P)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2098: Technische Dynamik (Engineering Dynamics)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch/Englisch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer 90-minütigen, schriftlichen Prüfung sollen die Studierenden die in Modul erworbenen Kompetenzen auf dem Gebiet der Technischen Dynamik unter Beweis stellen. Die Prüfung gliedert sich in 3 Bereiche:

ζ In Kurzfragen müssen Grundbegriffe und Phänomene der Technischen Dynamik erläutert, aber auch anhand von Beispielen angewandt, analysiert und bewertet werden. Dazu gehören: Prinzip der virtuellen Arbeit und dessen Beziehung zu den Lagrange und Newton Euler Gleichungen, Klassifizierung von kinematischen Zwangsbedingungen, Linearisierung der Bewegungsgleichungen um eine Gleichgewichtslage und Klassifizierung der einzelnen Terme (Masse, Steifigkeit, Dämpfung, Coriolis und Zentrifugal Kräfte) Stabilität von Gleichgewichtslagen in bewegten (z.B. rotierenden) und unbewegten Systemen, Modal Analyse und Übertragungsverhalten von gedämpften und ungedämpften Systemen, Interpretation von Rayleigh-Ritz und FEM im Sinne des Prinzips der virtuellen Arbeit.

ζ Der Lagrange bzw. Newton Euler Formalismus muss auf eine mechanische Problemstellung in Form einer Rechenaufgabe angewandt werden.

ζ Die Bewegungsgleichungen eines linearen kontinuierlichen Systems müssen durch analytische Lösung bestimmt oder mit Hilfe von Approximationsverfahren (Rayleigh-Ritz/ Finite Element Methode) aufgestellt werden.

Als Hilfsmittel sind fünf beidseitig beschriftete DIN A4 Blätter mit Notizen zugelassen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
		Vortrag:
		Hausarbeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Vorlesung Technische Mechanik 3:

- (a) Verstehen von kinematischen/kinetischen/dynamischen Grundgleichungen der Mechanik.
- (b) Anwenden der Differential- und Integralrechnung, und der linearen Algebra auf mechanische Fragestellungen.

Inhalt:

Ausgehend vom Prinzip der virtuellen Arbeit werden die Lagrange und Newton Euler Formalismen hergeleitet. Mit diesen Methoden werden (automatisiert) die Bewegungsgleichungen von komplexen mechanischen Systemen aufgestellt. Durch Linearisierung der oft hochgradig nicht-linearen Gleichungen, wird die Stabilitätsanalyse von Gleichgewichtslagen ermöglicht und die wichtigen Begriffe der Modalzerlegung und Modellreduktion werden eingeführt. Abschließend werden analytische Methoden vorgestellt um die differentiellen Bewegungsgleichungen

von eindimensionalen Kontinua (Stäben und Balken) zu lösen. Die Approximationsmethoden nach Rayleigh-Ritz und die Finite Elemente Methode werden im Kontext des Prinzips der virtuellen Arbeit hergeleitet und deren Konvergenzverhalten anhand der analytischen Lösungen untersucht und beurteilt.

Die Vorlesung gliedert sich dabei wie folgt:

- 1) Analytische Dynamik
- 2) Dynamik von Starrkörpern
- 3) Linearisierung von Bewegungsgleichungen
- 4) Stabilitätsanalyse
- 5) Schwingungsmoden und Modalsuperposition
- 6) Analytische Lösung und Diskretisierung von kontinuierlichen Systemen

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage,

- ζ reale Systeme hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften zu abstrahieren, kinematische und kinetische Zusammenhänge zu analysieren und in einem mechanischen Modell zu beschreiben,
- ζ klassische Formalismen zur Herleitung der Bewegungsgleichungen von starren und linearflexiblen Mehrkörpersystemen anzuwenden,
- ζ die Grundbegriffe der Technischen Dynamik zu erläutern,
- ζ die klassischen Diskretisierungsverfahren auf kontinuierliche Systeme anzuwenden,
- ζ diskrete lineare Bewegungsgleichungen hinsichtlich Stabilitätsfragen und Modalanalyse zu bewerten,
- ζ klassische Phänomene in rotierenden Systemen und im Übertragungsverhalten von mechanischen Systemen zu erläutern, sowie mit Hilfe der Methode 'linearisierte Stabilität' die Dynamik nichtlinearer Systeme qualitativ bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung (wird auf Englisch gehalten) werden auf dem Tablet-PC die wichtigen Zusammenhänge, Formalismen und Methoden hergeleitet und analysiert. Beispielhaft werden Probleme aus der Praxis diskutiert sowie anhand von Lehrmodellen und Animationen visualisiert. Die Studierenden erhalten zusätzlich ein ausformuliertes Skript zur Vor- und Nachbearbeitung. In Zentral- und Tutor-Übungen (werden auf Deutsch gehalten) wenden die Studierenden die Methoden an, und analysieren und bewerten Fallbeispiele. Matlab Beispiele geben eine Grundidee zur Implementierung der gelernten Methoden.

Medienform:

Präsentation (Tablet-PC), Vorlesungsfolien, Skript, Animationen, Lehrmodelle und Versuche, Übungsaufgaben einschließlich Musterlösung.

Literatur:

Vor- und Nachbereitung mit Hilfe der Vorlesungsfolien, des Skripts sowie der Übungsaufgaben; gängige weiterführende Literatur ist dem Skript zu entnehmen.

Modulverantwortliche(r):

Rixen, Daniel; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Technische Dynamik Sprechstunde (Modul MW2098) (Kolloquium, 1 SWS)
Rixen D [L], Maierhofer J

Technische Dynamik Zentralübung (Modul MW2098) (Übung, 1 SWS)
Rixen D [L], Maierhofer J, Häußler M

Technische Dynamik (Modul MW2098) (Vorlesung, 2 SWS)
Rixen D [L], Rixen D, Maierhofer J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2236: Berufsbildungs- und Arbeitsrecht (Law of Labor and of Vocational Training)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Beide Teile werden gemeinsam mit freier Zeiteinteilung geprüft; Empfohlene Bearbeitungszeit pro Teil: 60 Minuten; Aus beiden Teilleistungen wird unter gleicher Gewichtung eine Gesamtnote gebildet; Allerdings wird in jedem der beiden Teile eine Mindestleistung verlangt, um die gesamte Prüfung zu bestehen. Diese Vorgehensweise ist einerseits damit zu begründen, dass das Berufsbildungsrecht lediglich einen kleinen Teilbereich des Arbeitsrechtes darstellt, der nur dann in seiner Systematik zu begreifen ist, wenn Grundlagen des Arbeitsrechtes übertragen und angewendet werden können. Andererseits ist der Teilbereich Berufsbildungsrecht von herausragender zukünftiger Bedeutung hinsichtlich der zu erwartenden beruflichen Situation der Vorlesungsteilnehmerinnen und -teilnehmer. Zugelassene Hilfsmittel: Einfach kommentierte Gesetzestexte sowie eine einfach kommentierte Broschüre "Ausbildung und Beruf"

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 120 min	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	---	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

Inhalt:

In der ersten Hälfte der Veranstaltung werden die Grundzüge des Arbeitsrechtes behandelt, in der zweiten Hälfte die speziellen Regelungen des Berufsbildungsrechtes.

Inhalte des Teils "Arbeitsrecht":

- Zweck des Arbeitsrechtes; Stellung des Arbeitsrechtes in der Rechtsordnung
- Begriffsmerkmale des Arbeitsvertrages
- Zustandekommen des Arbeitsvertrages; Fragerecht des Arbeitgebers; Wirksamkeitshindernisse; faktisches Arbeitsverhältnis
- Rechte und Pflichten von Arbeitnehmer und Arbeitgeber; Pflichtverletzungen
- Rechtsquellen (Arbeitsvertrag, gesetzliche Vorschriften, Tarifverträge, Betriebsvereinbarungen) und ihr Verhältnis zueinander
- Kündigung des Arbeitsverhältnisses

Im Teil "Berufsbildungsrecht" werden folgende Inhalte behandelt:

- Berufsbildungsgesetz: Definitionen und Abgrenzungen
- Anerkennung von Ausbildungsberufen
- Struktur des dualen Systems
- Berufsausbildung: Begründung, Inhalt und Beendigung des Ausbildungsvertrages

- Berufliche Fortbildung und Umschulung
- Ordnung der Berufsbildung: Ausbildungsvoraussetzungen und Prüfungswesen

Lernergebnisse:

Teilgebiet Arbeitsrecht:

Nach der Teilnahme an den Vorlesungen zum Arbeitsrecht verstehen die Studierenden die Grundprinzipien des Arbeitsrechts und ihre Auswirkungen auf den einzelnen Arbeitsvertrag und können diese auf einfache Fälle anwenden.

Teilgebiet Berufsbildungsrecht:

Nach der Teilnahme an den Vorlesungen zum Berufsbildungsrecht verstehen die Studierenden die Struktur des Berufsbildungsrechts. Sie verstehen die rechtlichen Besonderheiten eines Ausbildungsverhältnisses im Vergleich zu normalen Arbeitsverhältnissen sowie zu Fortbildungs- und Umschulungsverhältnissen und können dieses Wissen auf einfache Fälle anwenden. Desweiteren können sie einen Überblick über die ausführenden und administrativen Institutionen des dualen Systems geben.

Lehr- und Lernmethoden:

Arbeitsrecht:

Unterstützt durch Folien wird das Verständnis für die Grundlagen des Arbeitsrechts vermittelt. Fälle werden zur Erläuterung und Vertiefung besprochen. Dabei werden auch Beispiele aus der aktuellen Tagespresse verwendet.

Berufsbildungsrecht:

Der im wesentlichen am Aufbau des Berufsbildungsgesetzes orientierte Vorlesungsteil wird mit realen Fallbeispielen veranschaulicht. Zu den einzelnen Kapiteln werden Übungsaufgaben bearbeitet und am Ende der Vorlesung gemeinsam diskutiert. Außerdem wird das Überprüfen von Ausbildungsverträgen geschult.

Medienform:

Im Arbeitsrecht: Folien (Overhead), ausführliches Skript; Übungsaufgaben mit Lösungen.

Im Berufsbildungsrecht:

Powerpoint-Präsentation (auch als Download verfügbar); ausführliches Skript; Übungsaufgaben mit Lösungen (werden am Ende jeder Vorlesung verteilt).

Literatur:

Arbeitsrecht:

- Richardi, R.: Arbeitsgesetze - Beck-Texte im dtv. 76. Auflage 2010, München, Deutscher Taschenbuch Verlag
- Wörlen, R. / Kokemoor, A.: Arbeitsrecht - Lernbuch, Strukturen - Übersichten, 9. Auflage, Verlag Carl Heymanns, Köln, 2009
- Müssig, P.: Wirtschaftsprivatrecht - Rechtliche Grundlage wirtschaftlichen Handelns. 16. Kap.: Arbeitsrecht. 13. Auflage, Verlag C.F.Müller, Heidelberg, 2010

Berufsbildungsrecht:

Broschüre "Ausbildung und Beruf", herausgegeben vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn 2007, aktualisierter Nachdruck 2009 - wird nach Verfügbarkeit in der ersten Vorlesung kostenlos verteilt.

zur Vertiefung: verschiedene Kommentare zum Berufsbildungsrecht.

Z.B. Gedon, W.; Hurlebaus, H.-D.: Berufsbildungsrecht. Kommentar zum Berufsbildungsgesetz. Luchterhand Verlag, Köln, Loseblattsammlung einschl. 54. Aktualisierung, 11/2009

Modulverantwortliche(r):

Müller, Karl-Werner; Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Berufsbildungs- und Arbeitsrecht (Vorlesung, 2 SWS)

Böttcher E, Kopp P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2352: Fahrerassistenzsysteme im Kraftfahrzeug (Advanced Driver Assistance Systems in Vehicles) [FAS]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In der schriftlichen Modulprüfung mit einer Dauer von 90 Minuten beantworten Studierende Verständnis- und Transferfragen; sie sollen nachweisen, dass sie die Funktionsweise aktueller und zukünftiger Fahrerassistenzsysteme verstanden haben. Des Weiteren bearbeiten Studierende konkrete Fallbeispiele und lösen Rechenaufgaben; damit sollen sie ihre Fähigkeit demonstrieren, Entwicklungsprozesse von Fahrerassistenzsystemen analysieren und die zugehörigen relevanten Größen berechnen zu können. Zur Prüfung sind keine Unterlagen zugelassen. Als Hilfsmittel ist nur ein einfacher, nichtprogrammierbarer, Taschenrechner zugelassen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse in der höheren Mathematik und Regelungstechnik vorteilhaft

Inhalt:

- Motivation, Geschichte, Stand der Wissenschaft und Technik
- Funktionsweise und Methoden der maschinellen Wahrnehmung
- Entwicklung einer funktionalen Systemarchitektur aus verschiedenen hierarchischen und verhaltensbasierten Ansätzen
- Geeignete Formen der Wissenspräsentation
- Verfahren zur Längs- und Querregelung und verwendeter Funktionslogiken
- Maschinelle Situationsanalyse und Verhaltensentscheidung
- Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle, Grundkonzepte und aktuelle Beispiele
- Analyse und Bewertung von Fahrerassistenzsystemen
- Fahrerassistenzsysteme in Forschung und Vorentwicklung

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Veranstaltung haben die Studierenden einen umfangreichen Überblick über die Funktionsweise aktueller und zukünftiger Fahrerassistenzsysteme insbesondere in den Bereichen verwendeter Sensorik, Funktionslogik, Mensch-Maschine Schnittstellen, Regelungen und Systemarchitekturen. Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage, den Entwicklungsprozess von Fahrerassistenzsystemen zu analysieren und zu bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte mittels Vortrag und Präsentation vermittelt. Dabei werden mittels Tablet-PC komplexere Sachverhalte hergeleitet und illustriert. Während der Vorlesung werden explizit Vorlesungsfragen gestellt, die eine Transferleistung von den Studierenden erwarten und bei denen die Studierenden die Möglichkeit bekommen, sich zu Wort zu melden und eine etwaige Lösung zu diskutieren.

Im Rahmen der Übungsteile werden die grundlegenden Aspekte aus der Vorlesung noch einmal aufgegriffen und kurz wiederholt. Weiterhin werden in der Übung Übungsfragen beantwortet, deren Lösung vom Dozenten mittels Tablet-PC ausführlich hergeleitet und dargestellt wird. Am letzten Termin der Vorlesung wird eine Exkursion (OEM bzw. Tier-1) veranstaltet.

Medienform:

Vortrag, Präsentationen, Tablet-PC und Beamer

Literatur:

Winner, Hermann; Hakuli, Stephan; Wolf, Gabriele (2009): Handbuch Fahrerassistenzsysteme. Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort. 1. Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teubner (ATZ/MTZFachbuch).

Modulverantwortliche(r):

Lienkamp, Markus; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Fahrerassistenzsysteme im Kraftfahrzeug (Vorlesung, 2 SWS)
Lienkamp M, Bengler K

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Wahlbereich Ergänzungsfächer (Elective Supplementary Courses)

Dieser Wahlbereich enthält Ergänzungsfächer.

Aus diesem Bereich sind insgesamt 9 ECTS zu erbringen. Da die aktuell gültige Liste an Ergänzungsfächern sehr umfangreich ist, enthält dieses Modulhandbuch stellvertretend für diese Vielzahl eine allgemein gültige generische Beschreibung eines Ergänzungsfaches. Beispielhaft sind konkrete Modulbeschreibungen einiger Ergänzungsfächer angehängt.

(Dieses Modulhandbuch kann von den Studierenden mit den Beschreibungen zu den jeweils tatsächlich belegten Modulen erweitert werden.)

Ergänzungsfächer (Supplementary Subjects)

Modulbeschreibung

MW9902: Allgemeines Ergänzungsfach im Maschinenwesen (Generic Supplementary Subject in Mechanical Engineering)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiumsstunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung mit Verständnisfragen und/oder Aufgaben zur Anwendung demonstrieren Studierende Ihre Fähigkeit, typische Problemstellungen aus dem Gebiet des Ergänzungsmoduls zu analysieren und die erlernten Methoden anzuwenden und weisen so eine inhaltliche Vertiefung des gewählten Studienschwerpunkts bzw. der gewählten Vertiefungsrichtung nach. Die konkrete Prüfungsart und deren Bewertung werden mittels einer Modul-Liste (aus der die Ergänzungsmodule gewählt werden können) in geeigneter Form und rechtzeitig bekannt gemacht. Die Anzahl der zu erbringenden Ergänzungsmodule ist der jeweils gültigen FPSO zu entnehmen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	
Hausaufgabe: Ja	Gespräch: Ja	Vortrag: Ja	Hausarbeit: Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreiches Absolvieren der Pflichtmodule aus den ersten vier Semestern des Bachelorstudiums und ggf. Wahl(pflicht)module der gewählten Vertiefungsrichtung bzw. des gewählten Studienschwerpunkts, in denen die theoretischen Grundlagen zum Fachbereich des Ergänzungsmoduls behandelt werden.

Inhalt:

Das Ergänzungsmodul dient als Einführung in spezielle und/oder zur Behandlung weiterführende Themen/Methoden des Maschinenwesens oder der benachbarten Fachbereiche und soll den gewählten Studienschwerpunkt bzw. die gewählte Vertiefungsrichtung inhaltlich sinnvoll ergänzen. In Anlehnung an den Studienschwerpunkt bzw. die Vertiefungsrichtung erfolgt damit eine weitere branchenspezifische (z.B. Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie, Logistik), grundlagenorientierte (z.B. Numerische Simulation) oder anwendungs- bzw. methodenorientierte (z.B. Produktentwicklung, Mechatronik) Schwerpunktsetzung. Es sind aus einem Wahlmodulkatalog Ergänzungsmodule nach Maßgabe der jeweils gültigen FPSO zu wählen. Der Wahlmodulkatalog ist, auch im Hinblick auf einen späteren Masterstudiengang, im Bachelor-/Mastersystem der Fakultät für Maschinenwesen übergreifend und wird in geeigneter Weise bekannt gegeben.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende typische Problemstellungen aus dem gewählten branchenspezifischen, grundlagenorientierten oder anwendungs- bzw. methodenorientierten Ergänzungsmodul analysieren und/oder die erlernten Methoden auf diese Problemstellungen anwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

- In Vorträgen werden theoretische und methodische Grundlagen vermittelt.
 - In Diskussionen können Studierende mit dem Dozenten Fragen klären und weiterführende Themen erörtern.
 - Studierende bereiten Inhalte und Methoden des Ergänzungsmoduls selbstständig vor und nach.
- Die konkreten Lehr- und Lernmethoden richten sich nach dem gewählten Ergänzungsmodul.

Medienform:

Präsentationsfolien, Skripte, Aufgabenblätter

Literatur:

Wird vom Dozenten / von der Dozentin vorgeschlagen

Modulverantwortliche(r):**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0146: Ähnlichkeit und dimensionslose Kennzahlen (Similarity and Dimensionless Numbers) [ÄDK]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiumsstunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die vermittelten Grundlagen zu dimensionslosen Kennzahlen und zur Ähnlichkeit werden durch eine mündliche Prüfung zu ausgewählten Inhalten des Moduls überprüft. Dies beinhaltet Kenntnisfragen zum Invarianzprinzip der Physik. Anhand der Aufstellung und Umformung einer Dimensionsmatrix wird überprüft, ob die im Modul vermittelten Methoden zur Gewinnung von dimensionslosen Kennzahlen verstanden und richtig angewendet werden. Zudem werden anhand von Beispielen die Kenntnisse im Bereich Ähnlichkeit geprüft. In der Prüfung sind keine Hilfsmittel zugelassen.

Prüfungsart: mündlich	Prüfungsdauer (min.): 30	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
---------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse der ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen.

Inhalt:

Zielsetzung des Moduls ist die Vermittlung von Methoden zur Gewinnung von Kennzahlensätzen zur Beschreibung von physikalischen Zusammenhängen und der Grundlagen der Ähnlichkeitstheorie. Zunächst werden die Grundlagen der Beschreibung naturwissenschaftlicher Sachverhalte behandelt. Ausgehend vom Begriff der physikalischen Größe werden die Grundlagen der Einheitensysteme, das Invarianzprinzip und die Struktur von dimensionslosen Kennzahlen erläutert. Der zweite Teil der Vorlesung befasst sich mit den dimensionslosen Kennzahlen. Hierbei geht es um die Gewinnung vollständiger Sätze von Kennzahlen aus Relevanzlisten, die maximale Anzahl von Kenngrößen, äquivalente Kennzahlensätze und die Herleitung von möglichst kleinen Kennzahlensätzen. Im dritten Teil der Vorlesung wird die Ähnlichkeit behandelt. Dabei werden die Freiheitsgrade ähnlicher Systeme und die Ähnlichkeitsgesetze besprochen. Desweiteren werden die Modellübertragung bei vollständiger Ähnlichkeit, die Grenzen der vollständigen Ähnlichkeit und die Modellübertragung bei partieller Ähnlichkeit erläutert. Zu diesen Themen werden zahlreiche Beispiele für die Anwendung der Ähnlichkeitsgesetze in den Ingenieurwissenschaften diskutiert.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der Beschreibung naturwissenschaftlicher Sachverhalte zu verstehen. Die Methode der Gewinnung von Kennzahlen aus Relevanzlisten kann für verschiedene physikalische Sachverhalte gezielt angewendet werden. Einzelne Sachverhalte können auf die Gewinnung möglichst kleiner Kennzahlensätze analysiert werden. Außerdem können die Studierenden die Modellübertragung bei vollständiger Ähnlichkeit anwenden und die die Modellübertragung bei partieller Ähnlichkeit verstehen.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte des Moduls werden in der Vorlesung mit Hilfe von Powerpoint-Präsentationen theoretisch vermittelt. Gelegentlich werden in der Vorlesung einzelne Beispiele zunächst von den Studenten selbst bearbeitet und anschließend besprochen. Dies ermöglicht den Studierenden einen praktischen Zugang zu den Inhalten und außerdem eine Selbstkontrolle.

Medienform:

Das in der Vorlesung verwendete Skript wird den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht. Die Lehrinhalte werden in PowerPoint-Präsentationen vermittelt.

Literatur:

J. Stichelmaier: Kennzahlen und Ähnlichkeitsgesetze im Ingenieurwesen, Altos-Verlag, Essen, 1990
Pawlowski, J.: Die Ähnlichkeitstheorie in der physikalisch-technischen Forschung, Springer-Verlag, Berlin 1971

Modulverantwortliche(r):

Klein, Harald; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Ähnlichkeit und Dimensionslose Kennzahlen (MW0146) (Vorlesung, 2 SWS)
Rehfeldt S (Kleiner T)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0229: Satellitenentwurf (Satellite Design Workshop)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiumsstunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In Form von kleinen Projektgruppen sind die vermittelten Inhalte auf die konkrete Aufgabenstellung des Workshops anzuwenden. Betreut durch Experten aus Industrie und Universitäten, erarbeitet jede Gruppe einen Lösungsvorschlag und präsentiert diesen in einer Schlussveranstaltung den jeweils anderen Gruppen. Weiterhin findet eine mündliche Prüfung statt, bei der jeder einzelne Studierende unter Beweis stellen muss, dass er in der Lage ist, die beim Satellitenentwurf grundlegenden Einflussfaktoren und deren komplexe Zusammenhänge zu verstehen und daraus die für die konkrete Workshopaufgabe resultierenden Anforderungen zu erfassen und zu beschreiben.

Prüfungsart: mündlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
		Vortrag: Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

RFT I und RFT II

Inhalt:

Die Veranstaltung ist als einwöchiger Workshop außerhalb der regulären Vorlesungszeit konzipiert. Da die Teilnahme auf 20 Personen begrenzt ist, findet eine Auswahl nach Semesteranzahl und Vorbildung statt. Verteilt auf mehrere Gruppen wird jedes Jahr ein neues Problem aus dem Bereich des Satellitenentwurfs bearbeitet. Hierfür geben zunächst erfahrene Dozenten aus Universitäten, Industrie und Forschungseinrichtungen Vorlesungen zu den relevanten Themen der Aufgabenstellung. Beim Workshop im Jahre 2008 wurde zum Beispiel ein erster Entwurf für einen Kleinsatelliten erarbeitet. Die vertiefenden Vorlesungen hierzu behandelten Aspekte des Projektmanagements, des Kleinsatellitenentwurfs, des mechanisch-thermischen Subsystems, des Antriebssystems und des elektrischen Systementwurfs. Im Jahre 2010 lag der Schwerpunkt auf dem Subsystem Kommunikation. Die vertiefenden Vorlesungen behandelten Aspekte der Nachrichtenübertragung, der HF Meßtechnik, der Bahnmechanik und Lageregelung von Satelliten und des Tests und Integration von Satelliten. Ergänzt werden die vertiefenden Vorlesungen durch allgemeine Vorlesungen zu Sonderthemen der Raumfahrttechnik, wie z.B. Raumfahrtrecht und Raumfahrtversicherungen.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die relevanten Grundlagen der speziellen Workshopaufgabe, aber auch Aspekte der allgemeinen Satellitentechnik zu verstehen und deren Auswirkungen auf das Satellitengesamtsystem zu identifizieren. Sie sind in der Lage auf Basis dieser Kenntnisse bestehende Satelliten oder deren Subsysteme zu analysieren und gewählte Lösungen zu hinterfragen. Sie besitzen nach Abschluss der Veranstaltung notwendige Kenntnisse um beim Satellitenentwurf mitreden und einen

relevanten Beitrag leisten zu können.

Lehr- und Lernmethoden:

In dem ein-wöchigen Workshop werden die Lehrinhalte anhand von Vorträgen, Präsentationen und Tafelanschrieb vermittelt. Die hauptsächliche Lehr- und Lernmethode ist allerdings die Arbeit in Gruppen unter Anleitung und Aufsicht der Dozenten aus Industrie und Universitäten. Je nach Workshopthema können dies rechnergestützte Entwurfsaufgaben sein oder auch die Durchführung und Auswertung von Messungen, z.B. an einer Satellitenkommunikationsstrecke.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Tafelanschrieb

Literatur:

U. Walter, Astronautics, Wiley-VCH, ISBN 3-527-40685-9

J. Wertz, W. Larson, Space Mission Analysis and Design, Space Technology Library, ISBN 1-881883-10-8

Modulverantwortliche(r):

Walter, Ulrich; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Satellitenentwurf (Vorlesung, ,1 SWS)

Walter U [L], Rückerl S, Dziura M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0866: Mehrkörpersimulation (Multibody Simulation)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Englisch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
3	90	30	60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Im Anschluss an die Vorlesungszeit findet abhängig von der Teilnehmerzahl eine schriftliche Klausur (Bearbeitungsdauer 60 min) oder mündliche Prüfung (Einzelgespräch, Bearbeitungsdauer 30 min) statt. Die Studierenden sollen dabei nachweisen, dass sie die Methoden zur Beschreibung und Simulation eines mechanischen Mehrkörpersystems beherrschen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf das Verständnis der zugrundeliegenden Zusammenhänge und Wirkprinzipien gelegt. Anhand von Fallbeispielen wird darüber hinaus überprüft, ob die gelernten Methoden auch angewendet werden können.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	60	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Aus Vorlesung Technische Dynamik: Abschnitte "Analytische Dynamik" und "Dynamik von Starrkörpern"

Inhalt:

Mehrkörpersysteme beschreiben Systeme aus verschiedenen, massebehafteten starren oder elastischen Körpern, die untereinander an Kontaktstellen gekoppelt sind. Die Verbindungen können dabei über Kraftgesetze (masselose Federn und Dämpfer, Stellglieder, Kontakt) erfolgen oder rein kinematisch durch Gelenke realisiert sein. Mehrkörpersimulationsprogramme finden heute in verschiedensten Branchen breite Anwendung, wie z.B. in der Luft- und Raumfahrttechnik, bei der Simulation von Straßen- und Schienenfahrzeugen aber auch bei der detaillierten Schwingungsberechnung von Antriebssträngen in PKWs. Eine Mehrkörpersimulation liefert unter Vorgabe von Anfangs- und Randbedingungen die Bewegungsabläufe und die dabei an den Körpern wirkenden Kräfte und Momente. Die Einbettung der Finite-Elemente-Methode (FEM) in die Berechnungsmethode ermöglicht schließlich die gleichzeitige Simulation von starren und flexiblen Körpern (unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen). Themen:

1. Dynamik von Starrkörpern (Newton-Euler Gleichungen, Lagrange Gleichungen 2. Art, Hamiltonsches Prinzip, ...)
2. Relativkinematik im Dreidimensionalen (räumliche Drehungen, ...)
3. Zusammenbau zum Mehrkörpersystem (Kopplungskräfte, Zwangsbedingungen, ...)
4. Berücksichtigung flexibler Körper
5. Zeitintegration (Newmark-Methode, lineare/nichtlineare Systeme, Zwangsbedingungen,...)

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, ein mechanisches System in Form eines klassischen Mehrkörpermodells zu beschreiben. Die Studierenden nutzen einen abstrakten modularen Formalismus zur Herleitung der zugehörigen Bewegungsdifferentialgleichungen sowohl im ebenen als auch im dreidimensionalen

Fall. Sie sind außerdem dazu in der Lage mit der Finite Element Methode modellierte flexible Körper in das Mehrkörpersystem einzubetten. Neben dem Aufstellen von systembeschreibenden Gleichungen beherrschen die Studierenden verschiedene numerische Zeitintegrationsverfahren für lineare und nichtlineare Systeme mit Zwangsbedingungen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden mathematische Zusammenhänge und Herleitungen mittels Präsentationen (Tablet-PC) erarbeitet und erläutert. Die Vorlesungsfolien und das ergänzende Skript dienen den Studierenden als Unterlagen während der Vorlesung und zum Nachbereiten der Inhalte. Um ein tiefgreifendes Verständnis der Hintergründe dreidimensionaler Mehrkörperdynamik unter Zwangsbedingungen sicherzustellen, werden komplexe Zusammenhänge Schritt für Schritt am Tablet-PC hergeleitet und deren Bedeutung im Rahmen der Mehrkörpersimulation diskutiert. Durch einfache Beispielsysteme wird die praktische Umsetzung der Methoden rechnerisch am Tablet-PC demonstriert. Passend zu den jeweiligen Inhalten werden nach Möglichkeit physische Lehrmodelle zur Veranschaulichung räumlicher Drehungen sowie kinematischer Zusammenhänge präsentiert.

Medienform:

Präsentation (Tablet-PC), Vorlesungsfolien, Skript, Matlab-Beispiele, Animationen/Visualisierungen, Fallbeispiele

Literatur:

Vor- und Nachbereitung mit Hilfe der Vorlesungsfolien, des Skripts und der Fall-/Matlab-Beispiele. Gängige weiterführende Literatur ist dem Skript zu entnehmen.

Modulverantwortliche(r):

Rixen, Daniel; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Mehrkörpersimulation (Modul MW0866) (Vorlesung, 2 SWS)

Rixen D [L], Rixen D, Seiwald P, Sygulla F

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2270: Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren in der Numerischen Mechanik (Discontinuous Galerkin Methods for Computational Mechanics)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Englisch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
3	90	60	30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulleistung wird in Form einer schriftlichen Prüfung (Dauer: 60 Minuten) sowie einer Projektarbeit mit mündlicher Diskussion erbracht, wobei die Gesamtnote als Durchschnitt der zu je 50% gewichteten Teile ergibt. In der schriftlichen Prüfung soll das Verständnis der behandelten Methode nachgewiesen werden anhand von mit Taschenrechner lösbaren Rechenbeispielen und der Beurteilung von Resultaten größerer Simulation (ohne Hilfsmaterialien). Die Projektarbeit beinhaltet die numerische Lösung einer vorgegebenen Problemstellung, eine schriftliche Ausarbeitung sowie Demonstration und Diskussion der Implementierung mit dem Dozenten.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	
schriftlich und mündlich	60 min	Folgesemester	
	Gespräch:		Hausarbeit:
	Ja		Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Inhalte der Vorlesungen Numerische Methoden für Ingenieure und Finite Elemente (Maschinenwesen) bzw. Numerical Methods for Partial Differential Equations (Mathematik) oder vergleichbaren Veranstaltungen werden vorausgesetzt.

Inhalt:

Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden diskontinuierliche Galerkin-Verfahren eingeführt. Der Schwerpunkt liegt auf ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen und der effizienten Realisierung für großskalige Probleme. Es werden folgende Themengebiete behandelt:

- Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren für eindimensionale skalare Erhaltungsgleichungen, numerische Flussfunktionen, explizite Zeitintegration.
- Basisfunktionen höherer Ordnung: nodale und modale Ansätze.
- Nichtlineare Gleichungen, Aliasing und Unstetigkeiten.
- Erweiterung auf höhere Dimensionen, effiziente Auswertung von Integralen.
- Anwendungen: Euler-Gleichungen, akustische Wellengleichung.
- Ansätze für zweite Ableitungen: Local Discontinuous Galerkin und Nitsche-Methoden.
- Moderner impliziter Ansatz: Hybridisierbare Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren.

Die theoretischen Inhalte der Vorlesung werden durch Rechenbeispiele ergänzt, welche von den Studierenden in MATLAB implementiert werden. Im Hinblick auf großskalige Ingenieur Anwendungen werden auch Aspekte moderner C++-Implementierungen dargestellt.

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Modulveranstaltung Discontinuous Galerkin Methods in Computational Mechanics sind die Studierenden in der Lage, den grundlegenden Aufbau von diskontinuierlichen Galerkin-

Verfahren zu beschreiben und von kontinuierlichen finiten Elementen abzugrenzen. Sie können Einsatzgebiete der Methode identifizieren, insbesondere auch jene von Verfahren höherer Konvergenzordnung. Sie verstehen verschiedene Ansätze zur Koppelung der elementweisen Lösungen über numerische Flussfunktionen und können die jeweiligen Vor- und Nachteile benennen. Daneben beherrschen die Studierenden DG-Techniken zum Simulieren von Problemen mit zweiten partiellen Ableitungen. Das erlangte Wissen befähigt die Studierenden, einfache Simulationsprogramme für nichtlineare Probleme der numerischen Mechanik wie etwa die Euler-Gleichungen oder Wellengleichungen in MATLAB zu entwickeln und Stabilität und Approximationsqualität zu bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Vorlesung findet als Vortrag statt. Wichtige Inhalte der Vorlesung werden am Tablet-PC angeschrieben, die die Studierenden in ihr Handout übertragen können. Die theoretischen Erklärungen werden ergänzt durch Demonstration von Beispielprogrammen in Interaktion mit den Studierenden. In Übungen werden Beispielaufgaben gemeinsam erarbeitet und gelöst. Im Rahmen der bewerteten Projektarbeit erarbeiten die Studierenden eigenständig eine numerische Implementierung für ein ausgewähltes Thema.

Medienform:

Präsentation mit Tablet-PC, Lernmaterialien und Aufgabenstellungen auf Lernplattform, Rechnerübungen (an Studenten-eigenen Notebooks bzw. Rechnern des Lehrstuhls)

Literatur:

Jan S. Hesthaven, Tim Warburton, Nodal Discontinuous Galerkin Methods: Algorithms, Analysis, and Applications, Springer, 2008. Weitere Literatur zu speziellen Themen wird im Rahmen der Vorlesung bekannt gegeben.

Modulverantwortliche(r):

Kronbichler, Martin; Ph.D.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren in der Numerischen Mechanik (MW2270) (Vorlesung, 2 SWS)
Wall W, Kronbichler M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2322: Nichtlineare Flugregelung (Nonlinear Flight Control) [NFC]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch/Englisch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
3	90	60	30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

30min mündliche Prüfung ohne Hilfsmittel aufgrund des Status als Ergänzungsfach. Diese mündliche Prüfung dient dazu, das Verständnis der verschiedenen vorgestellten Regelungsmethoden zu bewerten. Stabilitäts- und Robustheitsanalysen werden auch Teil der Prüfung sein. Des Weiteren sollen die Studierenden in der Prüfung erläutern, wie sie für ein kurzes, beispielhaftes Problem einen eigenen nichtlinearen Regelungsansatz entwickeln und diesen in Matlab/Simulink implementieren.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	Hausarbeit:
		Folgesemester	
		Vortrag:	

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Empfohlen: Flugregelung 2, Moderne Methoden der Regelungstechnik 1+2

Inhalt:

Nichtlineare Regelungsentwürfe bieten verschiedene Methoden um Regler für nichtlineare Systeme mit inhärenten Unsicherheiten zu entwerfen, die sowohl zuverlässiger als auch leistungsstärker im Vergleich zu konventionell entworfenen Reglern funktionieren.

Durch den signifikanten Fortschritt in den Feldern der Robustheits- und Stabilitätsanalyse wurde die Nutzung dieser Techniken für Flugregelungsanwendungen, die auch in vielfältigen Flugtests demonstriert wurden, ermöglicht.

Insbesondere werden die folgenden Themen adressiert:

- Mathematische Voraussetzungen
- Ein- / Ausgangslinearisierung bzw. Nichtlineare Dynamische Inversion
- Backstepping
- Singular Perturbation Theory
- Inkrementelles Backstepping / Nichtlineare Dynamische Inversion
- Command Filtered Backstepping
- Contraction Theory
- Modifizierte, lineare, erweiterte Zustandsbeobachter
- Control Allocation

In jedem Kapitel wird die vorgestellte Theorie unter Nutzung von luftfahrtbezogenen Anwendungen demonstriert.

Lernergebnisse:

- Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage,
- den Ansatz der Ein- / Ausgangslinearisierung bzw. Nichtlinearen Dynamischen Inversion zu verstehen
 - den mathematischen Hintergrund der nichtlinearen Regelungstheorie zu verstehen
 - das nichtlineare Backstepping-Konzept zu verstehen
 - die konzeptionellen Unterschiede von Backstepping und Nichtlinear Dynamischer Inversion zu verstehen
 - Singular Perturbation Theory zu verstehen
 - die inkrementellen Varianten von Backstepping und Nichtlinearer Dynamischer Inversion zu verstehen
 - die alternative Stabilitätsmethode Contraction Theory zu verstehen
 - das Konzept der modifizierten, linearen, erweiterten Zustandsbeobachtern zu verstehen
 - die Theorie der verschiedenen nichtlinearen Regelungsarchitekturen auf angemessene Beispiele anzuwenden
 - Robustheit und Stabilität der verschiedenen nichtlinearen Regelungsmethoden zu analysieren
 - Vorteile und Nachteile der nichtlinearen Regelungsarchitekturen zu bewerten
 - eigene nichtlineare Regelungsansätze sowohl theoretisch als auch mit Matlab / Simulink zu entwickeln

Lehr- und Lernmethoden:

Die theoretischen Grundlagen werden in Vorträgen/Präsentationen vermittelt. Ergänzend dazu werden wichtige Zusammenhänge an der Tafel hergeleitet. In vorlesungsbegleitenden, praktischen Übungseinheiten wird den Studierenden die Entwicklung von nichtlinearen Regelungsansätzen und deren Implementierung in Matlab/Simulink nähergebracht.

Medienform:

Powerpoint
Skript
Tafelanschrieb
Matlab / Simulink

Literatur:

"Nonlinear Systems" - Hassan K. Khalil
 "Nonlinear Control Systems" - Alberto Isidori
 "Applied Nonlinear Control" - Jean-Jacques E. Slotine, Weiping Li
 "Nonlinear and adaptive control design" - Miroslav Krstic, Ioannis Kanellakopoulos, Petar V. Kokotovic
 "On Contraction Analysis for Nonlinear Systems" - Winfried Lohmiller and Jean-Jacques E. Slotine
 "Performance Recovery of Feedback-Linearization-Based Designs" - Leonid B. Freidovich, Hassan K. Khalil

Modulverantwortliche(r):

Florian Holzapfel

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Vorlesung Nonlinear Flight Control, 2SWS
 Florian Holzapfel
 Simon Schätz
 Guillermo Falconí
 Venkata Sravan Akkinapalli

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Wahlbereich Hochschulpraktika (Elective Practical Courses)

Dieser Wahlbereich enthält Hochschulpraktika.

Aus diesem Bereich sind mindestens 8 ECTS zu erbringen. Da die aktuell gültige Liste an Hochschulpraktika sehr umfangreich ist, enthält dieses Modulhandbuch stellvertretend für diese Vielzahl eine allgemein gültige generische Beschreibung eines Hochschulpraktikums. Beispielhaft sind konkrete Modulbeschreibungen einiger Hochschulpraktika angehängt.

(Dieses Modulhandbuch kann von den Studierenden mit den Beschreibungen zu den jeweils tatsächlich belegten Modulen erweitert werden.)

Hochschul-Praktika

Modulbeschreibung

MW9901: Allgemeines Hochschulpraktikum im Maschinenwesen (Generic Practical Course in Mechanical Engineering)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Durch die eigenständige Bearbeitung der Praktikumsaufgaben demonstrieren Studierende ihre Fähigkeit, Lösungen zu realitätsnahen ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellungen zu entwickeln. Wichtige Ergebnisse und Deutungen fassen Studierende in schriftlichen Berichten und/oder mündlichen Präsentationen/Besprechungen zusammen und werden ggf. vom Betreuer bewertet. Das theoretische und praktische Wissen, das Verständnis und die richtige Anwendung der im Praktikum behandelten Methoden können darüber hinaus in schriftlichen, mündlichen und/oder praktischen Testaten überprüft werden. Die Gesamtnote ergibt sich aus einem gewichteten Mittelwert der Einzelnoten. Die konkrete Prüfungsart und deren Bewertung werden mittels einer Modul-Liste (aus der die Hochschulpraktika gewählt werden können) in geeigneter Form und rechtzeitig bekannt gemacht. Über die Anzahl der abzulegenden Hochschulpraktika gibt die jeweils gültige FPSO Auskunft.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	
Hausaufgabe: Ja	Gespräch: Ja	Vortrag: Ja	Hausarbeit: Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreiches Absolvieren der Pflichtmodule aus den ersten vier Semestern des Bachelorstudiums und ggf. Wahl(pflicht)module der gewählten Vertiefungsrichtung bzw. des gewählten Studienschwerpunkts, in denen die theoretischen Grundlagen zum Fachbereich des Hochschulpraktikums behandelt werden.

Inhalt:

Das Hochschulpraktikum dient als Einführung in praktische ingenieurwissenschaftliche Methoden, (Software-)Werkzeuge und/oder Vorgehensweisen und soll den gewählten Studienschwerpunkt bzw. die gewählte Vertiefungsrichtung inhaltlich sinnvoll ergänzen. In Anlehnung an den Studienschwerpunkt bzw. die Vertiefungsrichtung erfolgt damit eine weitere, praktisch geprägte, branchenspezifische, grundlagenorientierte oder anwendungs- bzw. methodenorientierte Schwerpunktsetzung. Es sind aus einem Wahlmodulkatalog Hochschulpraktika nach Maßgabe der jeweils gültigen FPSO zu wählen. Der Wahlmodulkatalog ist, auch im Hinblick auf einen späteren Masterstudiengang, im Bachelor-/Mastersystem der Fakultät für Maschinenwesen übergreifend und wird in geeigneter Weise bekannt gegeben.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss besitzen Studierende ein tiefgehendes Verständnis über das Zusammenspiel zwischen dem theoretischen Fundament und der praktischen Anwendung der erlernten Methoden, (Software-)Werkzeuge und/oder Vorgehensweisen und können mit diesen Lösungen zu realen ingenieurwissenschaftlichen Problemen aus ihrem gewählten branchenspezifischen, grundlagenorientierten oder anwendungs- bzw. methodenorientierten Studienschwerpunkt bzw. Vertiefungsrichtung entwickeln.

Lehr- und Lernmethoden:

- In Vorträgen werden theoretische und methodische Grundlagen vermittelt.
 - Studierende entwickeln selbstständig in Einzel- und/oder Gruppenarbeit Lösungen zu konkreten realitätsnahen Aufgaben.
 - In individuellen Besprechungseinheiten können Studierende mit dem Betreuer Fragen klären und weiterführende Themen erörtern.
 - Studierende bereiten Inhalte und Methoden des Praktikums selbstständig vor und nach.
- Die konkreten Lehr- und Lernmethoden richten sich nach dem gewählten Hochschulpraktikum.

Medienform:

Präsentationsfolien, Skripte, Aufgabenblätter

Literatur:

Werden vom Verantwortlichen des konkreten Moduls vorgeschlagen und richten sich nach dem gewählten Hochschulpraktikum.

Modulverantwortliche(r):**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0266: CAD/CAM (CAD/CAM)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden: 45	Präsenzstunden: 75

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer Laborleistung, die sich aus den folgenden Teilen zusammensetzt: Die thematischen Inhalte im CAD-Teil des Praktikums werden in einer schriftlichen Kurzprüfung (schriftliche Klausur, Bearbeitungsdauer 20 Minuten) abgefragt. Die konstruktiven Kenntnisse im Umgang mit dem 3D-CAD-System CATIA V5 werden anhand einer Rechnerprüfung getestet. Des Weiteren werden die getätigten Konstruktionen laufend durch Tutoren bewertet. Im CAM-Teil werden die theoretischen Inhalte zu den vier durchzuführenden Versuchen in jeweils einer Kurzprüfung (schriftliche Klausur je 20 Minuten) abgefragt. Die Prüfungsleistung ergibt sich zu gleichen Teilen aus diesen Bausteinen.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 60	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
	Gespräch: Ja	Vortrag: Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Im Praktikum sind sehr gute Deutschkenntnisse notwendig, um den Inhalten folgen und somit die Anforderungen erfüllen zu können.

Inhalt:

Das Praktikum gliedert sich in zwei Teile: Der CAD-Teil findet am Lehrstuhl für Produktentwicklung (Prof. Lindemann, Prof. Shea) der CAM-Teil am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (Prof. Zäh) statt.

Im CAD-Teil des Praktikums werden Anhand eines parametrischen 3D-CAD-Systems (CATIA V5) der systematische Aufbau und die methodische Nutzung von 3D-CAD-Modellen vermittelt. Unter der Betreuung von Tutoren erlernen die Teilnehmer am Beispiel eines Stirlingmotors Möglichkeiten der Bauteilmodellierung im CAD-System. Neben den grundlegenden Methoden zur Erzeugung von Volumenkörpern und Freiformflächen wird auch die Nutzung von Komponenten zur Modellierung komplexerer Körper vermittelt. Besonderer Wert wird dabei auf den systematischen und logischen Aufbau der Modelle gelegt. Darüberhinaus werden die Ableitung von Fertigungszeichnungen und die Erstellung von Baugruppen sowie deren kinematische Analyse behandelt. Die Verwaltung der erzeugten Produktdaten erfolgt mit Hilfe eines Produktdatenmanagementsystems (PDM). Dieser erste Teil des Praktikums ist identisch mit den ersten fünf Terminen des vom Lehrstuhl für Produktentwicklung angebotenen Praktikums "Rechnerintegrierte Produktentwicklung - CAD".

Der CAM-Teil (4 Termine) behandelt verschiedene Bereiche der rechnerunterstützten Fertigung, unter anderem am Beispiel von Komponenten des im CAD-Teil konstruierten Stirlingmotors. Nach einer Einführung in die manuelle NC-Programmierung von Werkzeugmaschinen erlernen die Teilnehmer die Programmierung mithilfe eines CAM-Systems (Computer-Aided Manufacturing) und führen diese selbstständig für die Fertigung von Bauteilen durch. Darüber hinaus wird für die Bauteile die Entwicklung einer Arbeits- und Prüfplanung vor-

genommen. Die an Rechnern durchgeführten Arbeiten werden durch Vorführungen an Maschinen im Versuchsfeld des iwB ergänzt.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage grundlegende Funktionen des parametrischen 3D-CAD-Systems CATIA V5 anzuwenden. Ebenso sind sie imstande, Bauteile unter Verwendung verschiedener Arbeitsumgebungen (Part Design, Generative Shape Design, FreeStyle, Sheet Metal Design) zu erzeugen und diese zu Baugruppen zu kombinieren (Assembly Design). Zudem ist den Studenten der Umgang mit einem PDM-System vertraut.

CAM:

- Verständnis des NC-Codes zur Steuerung von CNC-Werkzeugmaschinen und eigenständiges manuelles Programmieren von CNC-Maschinen
- eigenständiges Erstellen von NC-Programmen mit Hilfe eines CAM-Systems
- Kenntnisse in der Funktionsweise und Bedienung von 5-Achs-Universalbearbeitungszentren
- Entwicklung einer Arbeits- und Prüfplanung für an CNC-Werkzeugmaschinen gefertigten Bauteilen.

Lehr- und Lernmethoden:

Den Teilnehmern werden die Grundlagen der praktischen Inhalte zunächst anhand der theoretischen allgemeinen Grundlagen vermittelt. Daraufhin erfolgt eine Live-Demonstration der praktischen Tätigkeiten durch einen geschulten Tutor. Die gezeigten Tätigkeiten werden sodann geführt durch ein gedrucktes Skriptum selbst durchgeführt. Die Ergebnisse werden daraufhin durch speziell geschulte Tutoren interaktiv über ein Datenmanagementsystem überprüft und bei Überarbeitungsbedarf an die Teilnehmer zur Korrektur zurückgegeben. Die Teilnehmer profitieren darüber hinaus durch die unmittelbare, persönliche Betreuung durch die Tutoren. Durch die gering gehaltene Gruppengröße ist des Weiteren eine persönliche und individuelle Betreuung eines jeden Teilnehmers garantiert.

4 Termine am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften:

Präsentationen, Rechnerübungen, Projektarbeit im Team, Vorführungen an Maschinen im Versuchsfeld des iwB
Ein begleitendes Skript wird über einen e-learning Kurs in Moodle zur Verfügung gestellt

Medienform:

Präsentationen, Skripten, Übungsbeispiele, persönliche Kommunikation mit Tutoren und Betreuern

Literatur:

www.pe.mw.tum.de

Modulverantwortliche(r):

Volk, Wolfram; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

CAD/CAM (Praktikum, 4 SWS)

Volk W [L], Reinhart G (Seebach M), Kattner N, Mörtl M, Schweigert-Recksiek S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0314: Werkstoffmechanik Praktikum (Mechanics of Materials (Practical Course)) [PWM]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden: 60	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Laborleistung erbracht. Die Laborleistung setzt sich aus einer Reihe von Versuchen zusammen, wobei die einzelnen Versuche jeweils ein Antestat und die Versuchsdurchführung umfassen. Zusätzlich ist ein Abschlussbericht zu verfassen.

Anhand der Antestate bei den Versuchsvorbesprechungen wird überprüft, ob die Studierenden die theoretischen Grundlagen der werkstoffmechanischen Versuche beherrschen.

Mit der Versuchsdurchführung weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind, die theoretischen Kenntnisse und Methoden praktisch einzusetzen.

Mit dem Abschlussbericht (nach den Versuchen handschriftlich und in deutscher Sprache anzufertigen) weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind, die experimentellen Untersuchungen systematisch durchzuführen, deren Ergebnisse kritisch auszuwerten, zu dokumentieren und zu diskutieren.

Die Gesamtnote des Moduls setzt sich zu 50% aus den Antestatsnoten und zu 50% aus der Berichtsnote zusammen.

Eine Wiederholung ist nur im Sommersemester möglich.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	Vortrag:	Hausarbeit: Ja
------------------------------------	------------------------------	----------------------------------	-----------------	--------------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Absolviertes Bachelorstudium (Maschinenwesen, Chemieingenieurwesen, Physik, Materialkunde, Ingenieurwissenschaften)

- Grundlagenausbildung in den Gebieten, Technische Mechanik, Werkstoffkunde, Physik, Chemie
- An den Teilnehmer werden ausführliche Unterlagen ausgegeben, deren Verständnis auf den Inhalten der Vorlesungen Technische Mechanik, Werkstoffkunde und Physik aufbaut.

Inhalt:

- Messung elastischer Eigenschaften (E-, G-Modul) mittels dynamischer Methoden (NEU, ab Sommersemester 2017);
- Schweißverzug und Flammrichten (NEU, seit Sommersemester 2016);
- Dehnungs- und Spannungsmessung mittels Dehnmessstreifen (DMS);
- Eigenspannungsanalyse mittels Bohrlochverfahren;
- Eigenspannungsanalyse mittels Neutronenbeugung (Forschungs Neutronenquelle FRM2);

- Freies Biegen von Aluminiumrohren;
- Ermüdungsverhalten von hochfestem Aluminium (Biegeumlaufversuch);
- Bestimmung des Dämpfungsverhaltens von Stahl (Snoek-Effekt)

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Praktikum sind die Studierenden in der Lage, experimentelle Untersuchungen zur Werkstoffmechanik systematisch durchzuführen und die experimentellen Ergebnisse kritisch auszuwerten, zu dokumentieren und im Zusammenhang mit der Theorie zu diskutieren.

Lehr- und Lernmethoden:

Im Eigenstudium lernen die Studierenden die Fachbegriffe und grundlegende Zusammenhänge der Werkstoffmechanik anhand der begleitenden Unterlagen zur Vorbereitung auf die Antestate. Um die Versuche mit maximalem Lernerfolg absolvieren zu können, werden vor Beginn der Versuche in einem Gespräch in der Gruppe (Antestat) die notwendigen Grundlagen und Methoden besprochen. Die theoretisch vermittelten Kenntnisse werden in Versuchen, die unter Anleitung der Versuchsbetreuer weitestgehend selbstständig durchgeführt werden, angewendet. Die erzielten Versuchsergebnisse werden in Form eines Praktikumsberichtes eigenständig dokumentiert, ausgewertet und im Zusammenhang mit der Theorie zur Werkstoffmechanik diskutiert.

Medienform:

Begleitende Skripten
Experimente

Literatur:

Praktikumsunterlagen zu jedem Versuch

Modulverantwortliche(r):

Werner, Ewald; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Werkstoffmechanik Praktikum
Prof. Dr. Ewald Werner (post@wkm.mw.tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0992: Praktikum Verfahrenstechnik (Process Engineering) [PVT]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden: 58	Präsenzstunden: 62

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung setzt sich aus einer schriftlichen Klausur (Dauer 90 min) und einer Übungsleistung in Form einer Laborleistung zusammen, die jeweils separat bestanden werden müssen. Die Klausur geht mit dem Gewichtungsfaktor 1/3 in die Endnote ein und die Laborleistung mit dem Faktor 2/3. Die Laborleistung setzt sich aus einer Reihe von Versuchen zusammen, wobei die einzelnen Versuche ein Seminar mit Vorkolloquium, die Versuchsdurchführung und eine schriftliche Ausarbeitung (Bericht) umfassen. Im Rahmen des Seminars sollen, basierend auf einer ausreichenden Vorbereitung der Studierenden auf den jeweiligen verfahrenstechnischen Versuch, die genaue Versuchsdurchführung sowie die anzustellenden Messungen gemeinsam erarbeitet werden, damit die Studierenden unter Einhaltung der sicherheitsrelevanten Aspekte und mit maximalem Lernerfolg den Versuch durchführen können. Mit der Klausur weisen die Studierenden ein Verständnis für verfahrenstechnische Produktionsanlagen nach und mit der Versuchsdurchführung, dass sie in der Lage sind diese Kenntnisse sowie ingenieurwissenschaftliche Methoden eigenständig auf die verfahrenstechnischen Anlagen anzuwenden. Es wird ferner die Kompetenz hinsichtlich der Versuchsauswertung und Interpretation der Ergebnisse geprüft.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Semesterende
		Vortrag:
		Hausarbeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Thermische Verfahrenstechnik I

Inhalt:

Die Lerninhalte decken den Bereich der Grundoperationen der thermischen Verfahrenstechnik und deren Grundlagen ab. Außerdem werden wichtige Apparate der thermischen Verfahrenstechnik vorgestellt. Behandelt werden dabei folgende Themen: Gas-Flüssig-Gleichgewicht, Bestimmung der Höhe einer Übergangseinheit bei der Rektifikation eines Zweistoffgemisches, Wärmeübergang und Strömungsverhältnisse in einem Rohrbündel-Wärmeübertrager, Flüssig-Flüssig-Extraktion, Wärmeübergang und Strömungsverhältnisse in einem vertikalen Naturumlaufverdampfer, Fluidynamik von Boden- und Packungskolonnen und Gasabsorption.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, verfahrenstechnische Produktionsanlagen zu verstehen und ingenieurwissenschaftliche Auslegungsmethoden gezielt anzuwenden. Die Studierenden können Messergebnisse von Experimenten auswerten und im Zusammenhang mit der Theorie interpretieren.

Lehr- und Lernmethoden:

Die theoretisch vermittelten Kenntnisse werden in Versuchen, die unter Anleitung der Versuchsbetreuer möglichst selbstständig an Anlagen und Versuchsständen im Technikum und Labor des Lehrstuhls in Gruppen durchgeführt werden, angewendet. Dabei werden technische und labortechnische Fertigkeiten sowie die Zusammenarbeit in einer Gruppe geübt. Um die Versuche mit maximalem Lernerfolg absolvieren zu können, wird vor Beginn des Versuches in einem Gespräch in der Gruppe (Vorkolloquium) die zum Versuch notwendigen Grundkenntnisse überprüft und ggf. vorhandene Unklarheiten beseitigt. Zur Vorbereitung wird den Studierenden zu jedem Versuch eine Versuchsanleitung mit den wichtigsten Grundlagen zur Verfügung gestellt. Der Ablauf des Versuchs und die dabei durchzuführenden Messungen werden gemeinsam erarbeitet. Die erzielten Versuchsergebnisse werden in einer schriftlichen Auswertung dokumentiert, die in Gruppenarbeit anzufertigen und fristgerecht abzugeben ist. Die schriftliche Prüfung soll das im Praktikum erworbene Wissen abschließend überprüfen.

Medienform:

Den Studierenden wird ein Praktikumsskript, das eine kurze Beschreibung der Theorie und Anleitung zu den einzelnen Versuchen enthält, in geeigneter Weise zur Verfügung gestellt. Der Einsatz von Tafel/Whiteboard unterstützt das gemeinsame Erarbeiten der theoretischen Grundlagen im Vorkolloquium.

Literatur:

Als Grundlage dienen die zur Verfügung gestellten Praktikumsunterlagen (Skript mit Versuchsanleitungen), in denen zu den einzelnen Themen der Versuche Literaturvorschläge enthalten sind.

Modulverantwortliche(r):

Klein, Harald; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Vorbesprechung Praktikum Verfahrenstechnik (Vorlesung, ,133 SWS)

Kender R [L], Klein H

Praktikum Verfahrenstechnik (Praktikum, 2 SWS)

Kender R [L], Klein H

Seminar Verfahrenstechnik (Seminar, 2 SWS)

Kender R [L], Klein H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1450: IFR-Praktikum Hubschrauber (IFR Helicopter Flight)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden: 90	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus zwei Teilen. Zu Beginn eines jeden Simulatortermins wird durch die mündliche Beantwortung von Kurzfragen die durch das Selbststudium erlernte Theorie abgefragt. Am Ende des Praktikums wird dieses Wissen in Theorie und Praxis in Form einer vollständigen zu fliegenden Mission bei Instrumentenflugbedingungen abgeprüft. Jeder Studierende demonstriert dabei sein Verständnis sowie die praktische Umsetzung des Instrumentenfluges in einem zwei Mann Cockpit als Pilot sowie als Copilot. Dem Studierenden werden dabei alle relevanten Aspekte wie Flugplanung, Sprechfunk, Navigation nach Instrumentenflugregeln, Bedienung des Autopiloten sowie das manuelle Steuern eines Hubschraubers abverlangt.

Prüfungsart: schriftlich und mündlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	Hausarbeit: Ja
---	------------------------------------	---	--------------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Theorie:	Einführung Cockpit	
AP (Autopilot)	Navigation 1 - NDM (Non Directional Beacon)	
Navigation 2 - VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range)		
Navigation 3 - GPS (Global Positioning System)	ILS (Instrument Landing System)	
Anflug	VOR Anflug	
GPS Anflug	Sprechfunk	
Flugplan	Flugpraxis:	
Schweben, Vorwärts-, Rückwärts-, Seitwärtsflug	AP Trim	
Heading- und Höhe halten, Kurvenflug, Standard Rate Turn	VOR Inbound/Outbound, D+30	
Methode, Kreuzpeilung	VOR und GPS Anflug	Navigation durch
Sprechfunk		

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die wichtigsten Grundlagen des Hubschrauberinstrumentenflugs.

Die Studierenden können mit diesem Wissen den Arbeitsaufwand und auch die dadurch entstehende Arbeitsbelastung des Piloten (Pilot Workload) einschätzen und bewerten. Verschiedene Standardinstrumentenflugverfahren können nach Abschluß des Praktikums von den Studierenden angewendet werden. Auch das Lesen von Instrumentenflugkarten und das Abarbeiten von Checklisten wird verinnerlicht.

Lehr- und Lernmethoden:

Anhand ausführlicher Unterlagen soll der theoretische Hintergrund durch ein Selbststudium erlernt werden. Unklarheiten werden zu Beginn eines jeden Termins beseitigt und eine kurze Abhandlung der Theorie erfolgt in Form eines Vortrags. Anschließend soll die erlernte Theorie und fachkundiger Betreuung durch Flugversuche am Avioniktrainer in die Praxis umgewandelt werden.

Medienform:

Online-Lehrmaterialien, Zusammenfassung der Theorie zu Beginn eines jeden Termins in Form eines Vortrags

Literatur:**Modulverantwortliche(r):**

Hajek, Manfred; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

IFR-Praktikum Hubschrauber (Praktikum, 4 SWS)
Heuschneider V [L], Heuschneider V, Barth A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2313: Praktikum MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering (Practical Course MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering) [P-MSCAE]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden: 60	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Studienleistungen:

Anhand der Programmieraufgaben während der Präsenzzeit demonstrieren Studierende die Fähigkeit, Lösungen zu ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellungen mit MATLAB / Simulink selbstständig zu entwickeln. Wichtige Zwischenergebnisse werden vom Betreuer überprüft.

Prüfungsleistungen:

Das theoretische und praktische Wissen, das Verständnis und die richtige Anwendung der in einer Praktikumseinheit behandelten MATLAB / Simulink Methoden werden mit Kurzfragen in schriftlichen Testaten (mit 10 Minuten Bearbeitungszeit) zu Beginn des darauffolgenden Termins überprüft. Die Gesamtnote ergibt sich aus dem Mittelwert der Testatnoten.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	Vortrag:	Hausarbeit:
---------------------	------------------------------	---	-----------------	--------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

- Vorheriger / paralleler Besuch des Ergänzungsfachs MATLAB / Simulink for Computer Aided Engineering;
- Grundlagen in Regelungstechnik und ein gewisses Verständniss von Mechanik.

Inhalt:

Sowohl MATLAB als auch Simulink sind in der Industrie mehr als gängige Tools für Ingenieure. Als Ergänzung zu der heutigen Ingenieurausbildung und dem bereits existierenden Ergänzungsfach eignet sich diese "Hands on" Veranstaltung perfekt um den praktischen Umgang mit dieser Toolkette zu erlernen.

Das Praktikum deckt die folgenden Themenbereiche ab:

1. Introduction and MATLAB Fundamentals
2. MATLAB Data Handling and Visualization
3. MATLAB Toolboxen (Control System Toolbox, Optimization Toolbox, Statistics Toolbox)
4. Symbolic Math
5. Simulink Fundamentals
6. Simulink Toolboxen (Design Optimization, Control Design)
7. Stateflow
8. Code Generation from MATLAB / Simulink
9. Physical Modelling (Simscape / SimMechanics)

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss besitzen Studierende ein fundiertes und breites Verständnis über MATLAB / Simulink und können die wichtigsten Toolboxen anwenden. Darüber hinaus sind die Studierenden im Stande, mit Hilfe der Toolboxen eigenständig Regelungssysteme und Simulationsmodelle zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Probleme zu entwickeln.

Lehr- und Lernmethoden:

- In Vorträgen werden theoretische und methodische Grundlagen vermittelt.
- In Gruppen von max. 2 Personen entwickeln Studierende am Computer Lösungen zu den Aufgaben, die in den ausgeteilten Unterlagen gestellt werden. Die Ergebnisse werden gemeinsam besprochen
- In individuellen Besprechungseinheiten können Studierende mit dem Betreuer Fragen klären und weiterführende Themen erörtern.
- Selbstständiges Nachbereiten der Inhalte und Methoden des Praktikums zur Vorbereitung auf Testate zum darauffolgenden Termin.

Medienform:

Powerpoint Folien, Skripte, Aufgabenblätter (Workbooks), Rechnerübungen (MATLAB / Simulink)

Literatur:

Ausführliche Vorlesungsunterlagen und Übungsaufgaben
MATLAB Dokumentation

Modulverantwortliche(r):

Christopher Schropp (schropp@tum.de)

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Praktikum MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering (Praktikum, 4 SWS)
Holzapfel F [L], Holzapfel F (Schropp C, Blum C)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Verzeichnis Modulbeschreibungen

[MW0463] Adaptive Strukturen (Adaptive Structures) [AS]	48 - 49
[MW1692] Aeroakustik (Aeroacoustics) [AA]	78 - 79
[MW0007] Aerodynamik des Flugzeugs I (Aerodynamics of Aircraft I) [Aero I]	27 - 28
[MW0877] Aerodynamik des Flugzeugs II (Aerodynamics of Aircraft II) [Aero II]	58 - 59
[MW2123] Aerodynamische Auslegung von Turbomaschinen (Aerodynamic Design of Turbomachinery) [AAT]	80 - 81
[MW2228] Aeroelastik (Aeroelasticity)	41 - 42
[MW0146] Ähnlichkeit und dimensionslose Kennzahlen (Similarity and Dimensionless Numbers) [ÄDK]	111 - 112
[MW9902] Allgemeines Ergänzungsfach im Maschinenwesen (Generic Supplementary Subject in Mechanical Engineering)	109 - 110
[MW9901] Allgemeines Hochschulpraktikum im Maschinenwesen (Generic Practical Course in Mechanical Engineering)	123 - 124
Anerkennungen aus Austauschprogrammen (Accepted Courses from Study Exchange Programs)	6
[MW1628] Angewandte CFD (Applied CFD)	35 - 36
[MW0010] Antriebssystemtechnik für Fahrzeuge (System Engineering for Vehicle Drive Lines)	93 - 94
[MW1393] Auslegung und Bauweisen von Composite Strukturen (Analysis and Design of Composite Structures) [ADCS]	68 - 69
[MW1397] Auslegung und Entwurf von Hubschraubern 1 (Helicopter Design and Architecture 1)	72 - 73
[MW1398] Auslegung und Entwurf von Hubschraubern 2 (Helicopter Design and Architecture II)	74 - 75
[MW2155] Bemannte Raumfahrt (Human Spaceflight)	60 - 61
Bereich Soft Skills (Social Skill Modules)	13
[MW2236] Berufsbildungs- und Arbeitsrecht (Law of Labor and of Vocational Training)	102 - 104
[MW0266] CAD/CAM (CAD/CAM)	125 - 126
[MW2270] Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren in der Numerischen Mechanik (Discontinuous Galerkin Methods for Computational Mechanics)	117 - 118
Ergänzungsfächer (Supplementary Subjects)	108
[MW2128] Ergonomische Aspekte der Luftfahrt und Flugführung (Human Factors in Aviation)	82 - 83
[MW2352] Fahrerassistenzsysteme im Kraftfahrzeug (Advanced Driver Assistance Systems in Vehicles) [FAS]	105 - 106
[MW1394] Faser-, Matrix-, und Verbundwerkstoffe mit ihren Eigenschaften (Composite Materials and Structure-Property Relationship) [FVWE]	70 - 71
[MW1392] Fertigungsverfahren für Composite-Bauteile (Production Technologies for Composite Parts) [FCB]	66 - 67
[MW0510] Flugantriebe I und Gasturbinen (Flight Propulsions I and Gas Turbines) [FA1]	21 - 22
[MW0043] Flugantriebe II (Flight Propulsions II)	62 - 63
[MW2237] Flugführung 1 (Flight Guidance 1)	88 - 89
[MW2252] Flugphysik der Hubschrauber (Helicopter Flight Dynamics)	43 - 44
[MW0837] Flugregelung I (Automatic Flight Control I) [FRI]	54 - 55
[MW0838] Flugregelung II (Automatic Flight Control II) [FR2]	56 - 57
[MW0832] Flugsystemdynamik I (Flight System Dynamics I) [FSD I]	23 - 24
[MW0833] Flugsystemdynamik II (Flight System Dynamics II) [FSD2]	25 - 26
[MW0047] Flugzeugentwurf (Aircraft Design) [FZE]	29 - 30

[MW0357] Gasdynamik (Gas Dynamics) [Gdy]	46 - 47
[MW0798] Grenzschichttheorie (Boundary-Layer Theory) [GST]	52 - 53
[MW0056] Grundlagen Medizintechnik und Biokompatible Werkstoffe 1 (Basics Medical Engineering and Biocompatible Materials 1)	95 - 96
Hochschul-Praktika	122
[MW1450] IFR-Praktikum Hubschrauber (IFR Helicopter Flight)	131 - 132
Kernkompetenzen in Luft- und Raumfahrt (Principal Competencies in Aerospace)	20
[MW0063] Luft- und Raumfahrtstrukturen (Aerospace Structures) [LuRS]	31 - 32
[20131] Master Luft- und Raumfahrt (Master's Program Aerospace)	6
[MW2148] Master Soft Skill Workshops (Master Soft Skill Workshops)	15 - 16
[MW1266] Master's Thesis (Master's Thesis)	8 - 9
Master's Thesis (Master's Thesis)	7
[MW0866] Mehrkörpersimulation (Multibody Simulation)	115 - 116
[MW2152] Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems)	84 - 85
[MW0085] Multidisciplinary Design Optimization (Multidisciplinary Design Optimization) [MDO]	64 - 65
[MW2322] Nichtlineare Flugregelung (Nonlinear Flight Control) [NFC]	119 - 120
[MW2182] Orbit- und Flugmechanik (Orbit and Flight Mechanics)	86 - 87
[MW1977] Planung thermischer Prozesse (Process Design) [PTP]	97 - 98
[MW2313] Praktikum MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering (Practical Course MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering) [P-MSCAE]	133 - 134
[MW0992] Praktikum Verfahrenstechnik (Process Engineering) [PVT]	129 - 130
[MW1412] Prozesssimulation und Materialmodellierung von Composites (Process Simulation and Material Modelling of Composites) [PMC]	76 - 77
[MW2120] Raumfahrtantriebe 1 (Spacecraft Propulsion 1)	37 - 38
[MW2132] Raumfahrzeugentwurf (Spacecraft Design) [RFE]	39 - 40
[MW0229] Satellitene Entwurf (Satellite Design Workshop)	113 - 114
Schwerpunktmodule (Specialization Modules)	45
[MW1241] Semesterarbeit (Term Project)	11 - 12
Semesterarbeit (Term Project)	10
[MW2282] Sicherheit und Zulassung von Avionik und Flugsteuerungssystemen (Safety and Certification of Avionics and Flight Control Systems)	90 - 91
[MW2223] Soft Skill Trainings in Kooperationsprojekten (Soft Skill Trainings in Project Cooperations)	17 - 18
Studiengangübergreifende Module (Global Master Modules)	92
[MW0124] Systems Engineering (Systems Engineering) [SE]	33 - 34
[MW2098] Technische Dynamik (Engineering Dynamics)	99 - 101
[MW0595] Turbulente Strömungen (Turbulent Flows) [TS]	50 - 51
Wahlbereich Ergänzungsfächer (Elective Supplementary Courses)	107
Wahlbereich Hochschulpraktika (Elective Practical Courses)	121
Wahlfächer Soft Skills (Elective Courses Social Skills)	14
Wahlpflichtbereich Mastermodule (Required Elective Master Modules)	19
[MW0314] Werkstoffmechanik Praktikum (Mechanics of Materials (Practical Course)) [PWM]	127 - 128