Hochschule
München
University of
Applied Sciences

Masterstudiengang Luft- und Raumfahrttechnik LRM

MODULHANDBUCH mit STUDIENPLAN

Stand: 11.07.2025

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Hinweise 3
2 Studienziele 4
3 Studienplan 5
3.1 Studienablauf 5
3.2 Übersicht über die Module und Prüfungsleistungen 6
3.3 Regelungen zum Studienplan 7
4 Ziele-Module-Matrix 9
5 Modulbeschreibungen 10
5.1 Pflichtmodule 10
TBM 1.1a Höhere Mathematik und Grundlagen der Numerik 10
TBM 1.2a Management von Unternehmen, Projekten und Wissen 12
LRM 1.3 Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt 14
LRM 1.4 Flugdynamik 16
LRM 1.5 Raumfahrtmechanik und Weltraumbedingungen 18
LRM 3 Masterarbeit 20
5.2 Wahlpflichtmodule 21
LRM 2.1 Aeroelastik 21
LRM 2.2 Luftfahrtantriebe 23
LRM 2.3 Flugbetriebsmanagement 25
LRM 2.4 Versuch und Zulassung von Flugzeugen und Triebwerken 27
LRM 2.5 Höhere Aerodynamik 28
LRM 2.6 Antriebssysteme für Raumfahrzeuge 30
LRM 2.7 Raumfahrtsystementwurf 32
MBM 2.8 Projektarbeit 34
TBM 2.4 Strukturdynamik 36
6 Masterarbeit 38

1 Allgemeine Hinweise

Für alle Studierenden, die nach dem SoSe2021 ihr Studium im Masterstudiengang Fahrzeugtechnik aufnehmen, gelten die Studien- und Prüfungsordnungen (SPO) auf Basis der Allgemeinen Studien- und Prüfungsordnung der Hochschule München (ASPO). Für die bisherigen Studien- und Prüfungsordnungen gilt die Allgemeine Prüfungsordnung (APO). Es ist jene SPO-Version während des gesamten Studiums gültig, die bei Studienbeginn zugeordnet wurde.

Zur Sicherstellung des Lehrangebotes und zur Information der Studierenden steht der nachfolgende Studienplan zur Verfügung, der nicht Teil der jeweiligen SPO ist und aus dem sich der Ablauf des Studiums im Einzelnen ergibt.

Es gelten die Bestimmungen der auf der Seite Verordnungen und Satzungen (https://www.hm.edu/studierende/mein_studium/recht/verordnungen_satzungen.de.html) veröffentlichten

- Allgemeinen Studien- und Prüfungsordnung der Hochschule für Angewandte Wissenschaften München (ASPO)
- aktuellen Studien- und Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang (SPO).

Die im Studienplan festgelegte Prüfungsform gilt sowohl für Erst- als auch Wiederholungsprüfungen.

2 Studienziele

Die Studierenden erwerben auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden beruhende Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen, die sie für eine Tätigkeit als Fachspezialist oder Führungskraft für Planung, Entwurf, Analyse, Test und Zertifizierung in der Luft und Raumfahrttechnik oder auch für eine wissenschaftliche Weiterqualifizierung im Rahmen einer Promotion befähigen.

Die Studierenden erwerben die für eine erfolgreiche Bearbeitung von anspruchsvollen Aufgaben im Lebenszyklus eines Luft- und Raumfahrtprojekts benötigten Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen. Sie erlangen ein vertieftes Verständnis der Anforderungen an Luft- und Raumfahrtsysteme sowie der Entwicklungsmethodik für Baugruppen und Gesamtsysteme. Sie vertiefen ihr analytisches Denken und die Kompetenz, mathematische Modelle zu bilden. [3]Die Studierenden lernen nicht nur, numerische Simulationen durchzuführen, sondern auch, die Ergebnisse korrekt zu interpretieren und die Grenzen der zugrundeliegenden mathematischen Modelle zu bewerten sowie das Systemverhalten auf der Basis der mathematischen Gleichungen qualitativ zu bewerten.

Neben Fach- und Methodenkenntnissen erwerben die Studierenden auch fachübergreifendes Wissen, soziale Kompetenz und Führungskompetenz. Durch in Gruppenarbeit durchgeführte Projekte wird die Kompetenz zur organisatorischen Bewältigung komplexer Aufgaben sowie zur erfolgreichen Gruppenarbeit und der Führung von Gruppen weiterentwickelt.

3 Studienplan

3.1 Studienablauf

Der Masterstudiengang Luft- und Raumfahrttechnik bietet umfassende Wahlmöglichkeiten (LRM 2 Wahlpflichtmodule). Bei der Gestaltung des Studienablaufs und der Wahl der Wahlpflichtmodule ist der Turnus der Module zu berücksichtigen (SoSe und WiSe, nur SoSe, nur WiSe; siehe Abschnitt 3.2).

Beispiel 1 für den Studienablauf – Start zum Sommersemester:

Semester	Modulnr.	Modulbezeichnung	SWS	Leistungs-punkte	Summe Leistungs-punkte
1	TBM 1.1a	Höhere Mathematik und Grundlagen der Numerik	6	7	31
	LRM 1.3	Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt	4	6	
	LRM 1.5	Raumfahrtmechanik und Weltraumbedingungen	4	6	
	LRM 2	Zwei Wahlpflichtmodule	8	12	
2	TBM 1.2a	Management von Unternehmen, Projekten und Wissen	4	5	29
	LRM 1.4	Flugdynamik	4	6	
	LRM 2	Drei Wahlpflichtmodule	12	18	
3	FAM 4	Masterarbeit	---	30	30

Beispiel 2 für den Studienablauf – Start zum Wintersemester:

Semester	Modulnr.	Modulbezeichnung	SWS	Leistungs-punkte	Summe Leistungs-punkte
1	TBM 1.1a	Höhere Mathematik und Grundlagen der Numerik	6	7	31
	LRM 1.4	Flugdynamik	4	6	
	LRM 2	Drei Wahlpflichtmodule	12	18	
2	TBM 1.2a	Management von Unternehmen, Projekten und Wissen	4	5	29
	LRM 1.3	Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt	4	6	
	LRM 1.5	Raumfahrtmechanik und Weltraumbedingungen	4	6	
	LRM 2	Zwei Wahlpflichtmodule	8	12	
3	FAM 4	Masterarbeit	---	30	30

3.2 Übersicht über die Module und Prüfungsleistungen

Lfd. Nr. gemäß SPO	Modulnr.	Modulbezeichnung	Unterrichts-sprache	WiSe	SoSe	SWS	Leistungs-punkte	Art der Lehrveran-staltung	Prüfungsform und Bearbeitungsdauer
LRM 1	**Modulgruppe Pflichtmodule**								
TBM 1.1a	TBM 1.1a	Höhere Mathematik und Grundlagen der Numerik	Deutsch	X	X	6	7	SU	schrP (90 Min.) [1]
TBM 1.2a	TBM 1.2a	Management von Unternehmen, Projekten und Wissen	Deutsch	X	X	4	5	SU	schrP (90 Min.)
LRM 1.3	LRM 1.3	Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt	Deutsch/ Englisch		X	4	6	SU	schrP (60 Min.)
LRM 1.4	LRM 1.4	Flugdynamik	Deutsch	X		4	6	SU	StA (60 Std.)
LRM 1.5	LRM 1.5	Raumfahrtmechanik und Weltraumbedingungen	Englisch		X	4	6	SU	StA (60 Std.)
LRM 2	**Modulgruppe Wahlpflichtmodule**								
LRM 2-W I-IV	LRM 2.1	Aeroelastik	Deutsch/ Englisch	X		4	6	SU	schrP (90 Min.)
LRM 2-W I-IV	LRM 2.2	Luftfahrtantriebe	Deutsch		X	4	6	SU	StA (60 Std.)
LRM 2-W I-IV	LRM 2.3	Flugbetriebsmanagement	Deutsch		X	4	6	SU	schrP (90 Min.)
LRM 2-W I-IV	LRM 2.4	Versuch und Zulassung von Flugzeugen und Triebwerken	Deutsch	X		4	6	SU	schrP (90 Min.)
LRM 2-W I-IV	LRM 2.5	Höhere Aerodynamik	Deutsch	X		4	6	SU	mdlP, 15 Min.
LRM 2-W I-IV	LRM 2.6	Antriebssysteme für Raumfahrzeuge	Deutsch	X		4	6	SU	schrP (120 Min.)
LRM 2-W I-IV	LRM 2.7	Raumfahrtsystementwurf	Deutsch	X		4	6	SU	StA (60 Std.)
LRM 2-W I-IV	MBM 2.8	Projektarbeit	Deutsch/ Englisch	X	X	4	6	Projekt	PA und Kol (15 Min./15 Min.)
LRM 2-W I-IV	TBM 2.4	Strukturdynamik	Deutsch		X	4	6	SU	StA (60 Std.)
LRM 3	**Masterarbeit**			**X**	**X**		**30**		**MA und Kol-MA**

[1] Zulassungsvoraussetzung zur Prüfung im Modul TBM 1.1a: erfolgreiches Ablegen des Testats Numerik

3.3 Regelungen zum Studienplan

TBM 1.1a

Zulassungsvoraussetzung für die Teilnahme an der schriftlichen Prüfung ist das erfolgreiche Ablegen eines Testates. Dieses beinhaltet die Bearbeitung und umfassende Dokumentation mehrerer Übungsaufgaben aus dem Bereich der Numerik (z. B. Programmieraufgaben). Art und Anzahl der Übungsaufgaben sowie die Bearbeitungsdauer und der Abgabetermin werden von der jeweiligen Dozentin/dem jeweiligen Dozenten festgelegt. Diese/dieser entscheidet auch, ob das Testat als Einzelarbeit oder in Form einer Kleingruppenarbeit von zwei bis vier Studierenden angefertigt wird. In letzterem Falle muss die individuelle Leistung jedes Gruppenmitgliedes eindeutig erkennbar und bewertbar sein. Die Erteilung des Prädikates „mit Erfolg abgelegt“ (m. E. a.) ist Voraussetzung für das Bestehen der Masterprüfung. Nähere Informationen zu z.B. Art und Anzahl der Übungsaufgaben sowie zur Bearbeitungsdauer und zum Abgabetermin werden von der jeweiligen Dozentin/dem jeweiligen Dozenten zu Semesterbeginn festgelegt und bekannt gegeben.

LRM 2

Von den angebotenen Wahlpflichtmodulen müssen fünf Module ausgewählt werden, wobei zwei Module auch aus anderen Masterstudiengängen der Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Flugzeugtechnik der Hochschule München, aus ingenieurwissenschaftlichen Masterstudiengängen anderer Fakultäten der Hochschule München oder aus an einer ausländischen Partneruniversität angebotenen Masterstudiengängen gewählt werden können.

Die Auswahl muss von der Prüfungskommission genehmigt werden. Sie stellt die Gleichwertigkeit der Module fest. Die dabei zu erbringenden Studien- und Prüfungsleistungen richten sich nach der jeweiligen Studien- und Prüfungsordnung. Weitere Module dieser Modulgruppe können als freiwillige Wahlmodule gewählt werden.

Studienarbeit (StA)

Bei der Studienarbeit handelt es sich um eine betreute schriftliche Ausarbeitung zu einem vorgegebenen Thema. Sie ist während des laufenden Semesters anzufertigen und spätestens am Ende des Semesters abzugeben. Die jeweilige Dozentin/der jeweilige Dozent legt den Umfang, die Form, eventuelle Zwischenabgabetermine und den finalen Abgabetermin fest. Die Abgabe der Studienarbeit kann mit einer fünf- bis zehnminütigen, nicht benoteten mündlichen Überprüfung der Urheberschaft verbunden werden.

Projektarbeit (PA)

Bei der Projektarbeit handelt es sich um die vertiefende Ausarbeitung eines vorgegebenen oder von der/dem Studierenden im Einvernehmen mit der jeweiligen Dozentin/dem jeweiligen Dozenten gewählten Themas. Die Projektarbeit kann als Einzel- oder als Gruppenarbeit angefertigt werden. In letzterem Falle muss die individuelle Leistung jeder/jedes Studierenden klar erkennbar und bewertbar sein. Die Projektarbeit ist während des laufenden Semesters anzufertigen und spätestens am Ende des Semesters abzugeben. Der Aufwand beträgt 180 Arbeitsstunden. Der Umfang, die Form, eventuelle Zwischenabgabetermine und der finale Abgabetermin werden in Absprache mit der jeweiligen Dozentin/dem jeweiligen Dozenten festgelegt. Die Abgabe der Projektarbeit kann mit einer fünf- bis zehnminütigen, nicht benoteten mündlichen Überprüfung der Urheberschaft verbunden werden.

Kolloquium (Kol)

Die jeweilige Dozentin/der jeweilige Dozent legt Thema und Termin fest. Die im Rahmen des Kolloquiums zu erbringende Leistung beinhaltet eine persönliche Präsentation sowie ein sich anschließendes Fachgespräch. In der Übersicht über die Module und Prüfungsleistungen wird die Dauer der Präsentation/des Fachgesprächs festgelegt.

Kolloquium Masterarbeit (Kol-MA)

Im Rahmen der Präsentation muss die Kandidatin/der Kandidat in einem 30-minütigen Vortrag ihre/seine Masterarbeit verteidigen und in einer sich anschließenden 30-minütigen Diskussion nachweisen, dass sie/er in der Lage ist, fächerübergreifend und problembezogen Fragestellungen aus dem Gebiet der Luft- und Raumfahrttechnik selbstständig und auf wissenschaftlicher Grundlage zu bearbeiten.

Kol	Kolloquium	StA	Studienarbeit
LN	Leistungsnachweis	schrP	schriftliche Prüfung
MA	Masterarbeit	SU	seminaristischer Unterricht
mdlP	mündliche Prüfung	SWS	Semesterwochenstunden
Proj	Projektstudium	TN	Teilnahmenachweis
PA	Projektarbeit	Ü	Übung
Pra	Praktikum	Vk	Videokonferenzaufsicht

4 Ziele-Module-Matrix

	Ziele-Module-Matrix **Masterstudiengang Luft- und Raumfahrttechnik LRM**	Mathematisch, natur- und ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	Vertiefte ingenieurwissenschaftliche Methodenkompetenz	Vertiefte Kompetenzen in Entwurfs- und Entwicklungsmethoden	Vertiefte fachspezifische Kompetenzen Luftfahrt	Vertiefte fachspezifische Kompetenzen Raumfahrt	Soft Skills (Teamwork, agile Methoden, etc.)	Gesellschaftliche und soziale Verantwortung, Berufsethik, Nachhaltigkeit	Unternehmerische Kompetenzen	Sprachliche und interkulturelle Kompetenzen
LRM 1 Pflichtmodule	Höhere Mathematik und Grundlagen der Numerik	●	●							
	Management von Unternehmen, Projekten und Wissen		○				●	○	●	
	Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt		●	●					○	
	Flugdynamik	●	●		●		○			
	Raumfahrtmechanik und Weltraumbedingungen	●	●			●	○			
LRM 2 Wahlpflichtmodule	Aeroelastik	●	●	○	●					
	Luftfahrtantriebe	○	●	●	●		●	○	○	
	Flugbetriebsmanagement		○		●		○	○		○
	Versuch und Zulassung von Flugzeugen und Triebwerken	○	●	○	●		○	○		
	Höhere Aerodynamik	●	●	○	●					
	Antriebssysteme für Raumfahrzeuge	○	●	●		●		○		○
	Raumfahrtsystementwurf		○	●		●	●		○	○
	Strukturdynamik	●	●	●	●	●	○	○		○
	Projektarbeit	(●/○)	(●/○)	(●/○)	(●/○)	(●/○)	●	(●/○)	(●/○)	(●/○)
LRM 3	Masterarbeit	(●/○)	(●/○)	(●/○)	(●/○)	(●/○)	(●/○)	(●/○)	(●/○)	(●/○)

Legende:
● Kompetenz ist Schwerpunkt des Moduls ○ Kompetenz wird im Modul vermittelt (●/○) Abhängig von der Aufgabenstellung

5 Modulbeschreibungen

5.1 Pflichtmodule

TBM 1.1a Höhere Mathematik und Grundlagen der Numerik

Modulbezeichnung	**Höhere Mathematik und Grundlagen der Numerik**
engl. Modulbezeichnung	Advanced Mathematics and Basics of Numerical Analysis
Fachgruppe	Mathematik
Lfd. Nr.	**TBM 1.1a**
Modulverantwortung	Prof. Dr. Michael Wibmer
Weitere Lehrende	Prof. Dr. Laurent Demaret Prof. Dr. Tobias Graf Prof. Dr. Christian Möller N.N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1. Semester (WiSe/SoSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Allgemeines Pflichtmodul für TBM, FAM, FEM, LRM, MBM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	SU: 6 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium/Eigenstudium: 65 Std./145 Std.
Leistungspunkte	7
Empfohlene Voraussetzungen	Mathematik des Bachelors (z.B. Ingenieurmathematik I,II)
Lernziele (Fähigkeiten und Kompetenzen)	• Schärfung analytischer Denkweisen • Erwerb fortgeschrittener Kenntnisse von mathematischen Begriffen und Methoden, welche für die Behandlung von wissenschaftlichen und fortgeschrittenen Anwendungen aus den Themen der Masterstudiengänge notwendig sind. • Die Studierenden erlangen die Fähigkeiten um ausgewählte physikalisch-technischer Vorgänge zu modellieren und können mathematischer Methoden zur Diskussion der Eigenschaften dieser Modelle anwenden. • Verständnis der Grundlagen numerische Begriffe und Methoden und Fähigkeit zur Anwendung numerischer Methoden auf Anwendungsbeispiele • Die Studierenden erarbeiten sich die Fähigkeit, technische Zusammenhänge in mathematischer Sprache zu formulieren und deren Resultate kritisch zu beurteilen • Die Studierenden lernen die grundlegenden Kenntnisse aus dem Bereich Numerischer Mathematik um die Ergebnisse von numerischen Lösungsverfahren kritisch zu beurteilen zu können (z.Bsp. die Resultate von kommerziellen Softwarepaketen zur numerischen Lösung

	mechanischer Probleme)
Inhalt	1. Lineare und nichtlineare Systeme von gewöhnliche Differenzialgleichungen (Lösungsschema, Eigenwerttheorie, Stabilität, Linearisierung dynamischer Systeme). 2. Rand- und Eigenwertaufgaben. 3. Fourierreihen und Fouriertransformation (Eigenschaften, Anwendungen, Beispiele, Gibb'sches Phänomen, Abtasttheorem von Shannon). 4. Laplacetransformation (Eigenstudium). 5. Integralsätze (z.B. Sätze von Gauß, Green und Stokes) 6. Partielle Differenzialgleichung (Struktur Charakteristiken, Typen: elliptische, hyperbolische, parabolische, Lösungsverfahren) 7. Grundlagen der numerischen Mathematik 8. Einführung in statistische Methoden
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• Arendt, Urban, Partielle Differenzialgleichungen, Springer Spektrum (2010); • Graf Finck von Finckenstein, Lehn, Schnellhaas, Wegmann, Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure, Band II: Differentialgleichungen, Funktionentheorie, Numerik und Statistik, Teubner (2006) • Bärwolff, Numerik für Ingenieure, Physiker und Informatiker, Springer Spektrum (2015); • Munz, Westermann, Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen, Springer Verlag 3. Aufl. (2012); • Burg, Haf, Wille, Partielle Differentialgleichungen (2004); • Quarteroni, Sacco, Saleri, Numerische Mathematik 1 und 2, Springer Verlag • Scholz, Numerik Interaktiv, Springer Spektrum (2016) • Meyberg, Vachenauer, Höhere Mathematik 1 und 2, Springer Verlag, 6. Aufl. (2003) und 4. Aufl. (2005) • Skripte zu den Bachelorvorlesungen „Ingenieurmathematik I und II;
Verwendete Software	MATLAB, OpenSource Plattformen
Stand: 12.02.2025	

TBM 1.2a Management von Unternehmen, Projekten und Wissen

Modulbezeichnung	**Management von Unternehmen, Projekten und Wissen**
engl. Modulbezeichnung	Management of Business, Projects and Knowledge
Fachgruppe	BWL
Lfd. Nr.	**TBM 1.2a**
Modulverantwortung	Prof. Dr. Julia Eiche
Weitere Lehrende	Dr. Barbara Fischer, LbA N.N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 2. Semester (WiSe/SoSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Allgemeines Pflichtmodul für TBM, FAM, FEM, LRM, MBM / Hochschulzertifikat „Unternehmerisches Denken und Handeln“
Art der Lehrveranstaltung, SWS	SU: 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium/Eigenstudium: 45 Std./105 Std.
Leistungspunkte	5
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlagen Betriebswirtschaftslehre
Lernziele (Fähigkeiten und Kompetenzen)	Die Studierenden erhalten Einblick in die Dimensionen erfolgreicher Unternehmensführung, lernen Methoden strategischer Unternehmensführung kennen sowie die Herausforderungen des Führens internationaler und interkultureller Teams. Die Studierenden lösen Fallstudien, erarbeiten und verfolgen einschlägige Markt- und Unternehmensentwicklungen. Sie erhalten Einblick in konkrete Herausforderungen in der Führung eines Unternehmens im Rahmen eines komplexen, computergestützten Planspiels. Die Studierenden erlernen die Methoden erfolgreichen Projektmanagements. Sie erhalten Einblick in die Bedeutung und die Herausforderungen von Wissensmanagements in modernen Unternehmen (wie z.B. neue Potenziale durch wissensbasierte Systeme).
Inhalt	• Unternehmensführung (Grundlagen, Instrumente strategisches Management, internationales Management, Kostenmanagement & Controlling, Personalführung, Entrepreneurship und innovative Geschäftsmodelle etc.) • Projektmanagement (Methoden, Instrumente und Ebenen des Projektmanagements; Projektphasen, klassischer und agiler Ansatz) • Wissensmanagement (Methoden, Instrumente und Ebenen des Wissensmanagements) • Planspiel Unternehmensführung: In der Rolle der Geschäftsführung treffen die Teilnehmer strategische und operative Entscheidungen in verschiedenen Unternehmensbereichen.

	• Branchenrelevante Praxisbeispiele und aktuelle Entwicklungen (wie z.B. Digitalisierung der Industrie)
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• Dillerup, R./Stoi, R. (neueste Auflage): Unternehmensführung, Verlag Vahlen, München. • Holtbrügge, D./Welge, M. (neueste Auflage): Internationales Management, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart. • Hungenberg, H./ Wolf, T. (neueste Auflage): Grundlagen der Unternehmensführung, Springer, Heidelberg. • North, K. (neueste Auflage): Wissensorientierte Unternehmensführung – Wertschöpfung durch Wissen, Gabler, Wiesbaden • Steinmann, H./ Schreyögg, G./ Koch, J. (neueste Auflage): Management, Springer Gabler Wiesbaden. • Thommen, J./ Achleitner, A. (neueste Auflage): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre – Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht, Springer Gabler Wiesbaden. • Timinger, H. (neueste Auflage): Modernes Projektmanagement, Wiley Verlag, Weinheim.
Stand: 12.02.2025	

LRM 1.3 Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt

Modulbezeichnung	**Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt**
engl. Modulbezeichnung	Aerospace Systems Engineering
Fachgruppe	Regelungstechnik
Lfd. Nr.	**LRM 1.3**
Modulverantwortung	Prof. Dr. Claudio Zuccaro
weitere Lehrende	N.N.
Sprache	Deutsch/Englisch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (SoSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Pflichtmodul LRM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Seminaristischer Unterricht, 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Ingenieurwissenschaften
Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)	• Die Studierenden verstehen das Wesen und die Bedeutung des Systems Engineering und erlernen seine Bestandteile und Prozesse unter Berücksichtigung relevanter Normen insbesondere der Luft- und Raumfahrt. • Die Studierenden kennen die Heuristiken des Systems Engineering, können geeignete Methoden zur Problemlösung auswählen und den Problemlösungsprozess erfolgreich anwenden. • Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Lebensphasen eines Systems und insbesondere die verschiedenen Phasen der Systementwicklung. • Die Studierenden kennen das Zusammenspiel der Systemgestaltung und des Projektmanagements und können darauf basierend die unterschiedlichen Rollen des Systems Engineering beschreiben.
Inhalt	Die Lehrveranstaltung umfasst folgende Elemente: • seminaristischer Unterricht mit integrierten Übungsanteilen • Bearbeitung von Aufgaben in eigenständiger Gruppenarbeit • Präsentationen durch die Studierenden Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt: • Prozesse des Systems Engineering gemäß ISO 15288 und relevanter Normen der Luft- und Raumfahrt • Methoden und Techniken der Systemgestaltung, des Systemmanagements und des Projektmanagements im Lebenszyklus von Systemen • Requirements Engineering und Stakeholder Management

	• Model-Based Systems Engineering • Problemlösungszyklus des Systems Engineering (Systementwurf auf Mikrovorgehensebene) • Entwicklungsphasen und –prozesse für Projekte der Luft- und Raumfahrt • Integration von Systems Engineering im Projekt-management • Programmmanagement • Wissens- und Informationsmanagement
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• Haberfellner, Reinhard et al. (Hrsg), Systems Engineering - Grundlagen und Anwendung, Verlag Orell Füssli, 2012 • NASA, Systems Engineering Handbook, NASA/SP-2007-6105 Rev1, 2007 • INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for Syste*m Life Cycle Processes and Activities*, 4th Edition Eigene Lehrmaterialien zum Download
Stand: 30.06.2021	

LRM 1.4 Flugdynamik

Modulbezeichnung	**Flugdynamik**
engl. Modulbezeichnung	Flight Dynamics
Fachgruppe	Regelungstechnik
Lfd. Nr.	**LRM 1.4**
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Alexander Knoll
weitere Lehrende	N.N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Pflichtmodul LRM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Seminaristischer Unterricht, 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Mathematik, Regelungstechnik, Flugzeugsubsysteme, Flugmechanik, Aerodynamik, Flugregelung, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Matlab
Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)	Fachliche Kompetenzen • Die Studierenden verstehen die Entwicklungsprozesse für sicherheitskritische Systeme in der Luftfahrt. • Die Studierenden können Steuerungs- und Regelungskonzepte selbstständig entwickeln und in Software umsetzen. • Die Studierenden sind mit Nachweis- und Zulassungsverfahren vertraut. Überfachliche Kompetenzen • Selbstständige Erarbeitung von Aufgabenstellungen • Selbstständiger Einarbeitung in neue Themen • Präsentation eigener Ergebnisse • Arbeiten im Team • Verantwortungsvolles Arbeiten bei sicherheitskritischen Fragestellungen
Inhalt	Die Lehrveranstaltung umfasst folgende Elemente: • seminaristischen Unterricht • Präsentationen durch die Studenten • Entwicklung von Steuerungs- und Regelungssoftware • Erprobung am Simulator oder am fliegenden Versuchsträger. Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt: • Entwicklungsprozess sicherheitskritischer Komponenten

	• Hardwarekonzepte • Redundanzkonzept unter Berücksichtigung von Hard- und Software • Reglerstrukturen • Flugregelung • Mensch-Maschine Schnittstelle • Simulations- und Flugerprobung • Nachweisführung
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• Brockhaus, Alles, Luckner, Flugregelung, Springer 2011 • Stevens, Lewis, Aircraft Control and Simulation, Wiley 2003 • Gudmundsson, General Aviation Aircraft Design, Elsevier 2014 • Nelson, Flight Stability and Automatic Control, McGraw-Hill 1998 • Yechout, An Introduction to Aircraft Flight Mechanics, AIAA Education Series 2003 Eigene Lehrmaterialien zum Download
Stand: 30.06.2021	

LRM 1.5 Raumfahrtmechanik und Weltraumbedingungen

Modulbezeichnung	**Raumfahrtmechanik und Weltraumbedingungen**
engl. Modulbezeichnung	Space Flight Dynamics and Space Environment
Fachgruppe	Regelungstechnik
Lfd. Nr.	**LRM 1.5**
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Markus Pietras
weitere Lehrende	N.N.
Sprache	Englisch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (SoSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Pflichtmodul LRM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Seminaristischer Unterricht, 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlagen der Ingenieurwissenschaften
Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)	• Die Studierenden können Weltraummissionen bezüglich der Bahnmechanik, Lageregelung und sonstigen Missionsparametern im Rahmen der physikalischen Umweltbedingungen planen, numerisch simulieren und analysieren. • Sie sind in der Lage, numerische Methoden im multi-dimensionalen Bereich der Satellitensimulation herzuleiten und anzuwenden. • Sie verstehen physikalische und umwelttechnische Rahmenbedingungen wie Thermalhaushalt, Kommunikation, Weltraummüll und erdnaher Weltraum.
Inhalt	• Klassische Bahnmechanik nach Kepler • Einflüsse von Störungen, wie Gravitationsmodelle, atmosphärischer Widerstand, Solardruck etc. • Lageparametrisierung und Dynamik • Bahnmanöver, erdnah und interplanetar • Thermale Belastungen und Strahlungsbelastungen • Mikrometeoriten und Space Debris • Missionsplanung und Mission Operationsphasen • Numerische Analyse, numerische Integration von Zustandsgleichungen • Simulation
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung

Literaturhinweise/Skripten	• Brown, Charles D., Elements of Spacecraft Design, AIAA Education Series • Pisacane, Vincent L., *Fundamentals of Space Systems*, Oxford University Press
Stand: 27.07.2022	

LRM 3 Masterarbeit

Modulbezeichnung	**Masterarbeit**
engl. Modulbezeichnung	Master's Thesis
Fachgruppe	
Lfd. Nr.	**LRM 3**
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Johannes Wandinger
weitere Lehrende	N.N.
Sprache	Deutsch/Englisch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 3. Semester (WiSe/SoSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Pflichtmodul LRM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Selbstständige wissenschaftliche Arbeit
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	900 h für Bearbeitung der Aufgabenstellung einschließlich Dokumentation und Präsentation
Leistungspunkte	30
Vorausgesetzte Kenntnisse	
Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)	Mit der Masterarbeit wird die Befähigung zu selbstständiger wissenschaftlicher Arbeit nachgewiesen. Dabei werden die in den anderen Modulen erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen eingesetzt und vertieft.
Inhalt	• Selbstständige Bearbeitung einer anspruchsvollen fachbezogenen Aufgabe mit wissenschaftlichen Methoden • Planung und Durchführung der Teilaufgaben • Kritische Bewertung der Ergebnisse • Dokumentation und Präsentation
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	Das Auffinden der für das Arbeitsthema relevanten Fachliteratur und die Recherche des Stands von Forschung und Technik ist Teil der Aufgabenstellung.
Stand: 30.06.2021	

5.2 Wahlpflichtmodule

LRM 2.1 Aeroelastik

Modulbezeichnung	**Aeroelastik**
engl. Modulbezeichnung	Aeroelasticity
Fachgruppe	Mechanik
Lfd. Nr.	**LRM 2.1**
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Manuel Pusch
weitere Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Simon N.N.
Sprache	Deutsch/Englisch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Wahlpflichtmodul LRM, TBM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Seminaristischer Unterricht, 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Mathematik, Technische Mechanik, FEM, Aerodynamik, Flugmechanik, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Matlab oder GNU/Octave
Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)	• Die Studierenden verstehen die Wechselwirkungsphänomene und –mechanismen zwischen Strömungen und elastischen Strukturen. • Die Studierenden verstehen die Grundprinzipien der Modellierung flexibler Strukturen mit Hilfe analytischer und numerischer Verfahren. • Die Studierenden beherrschen die Skeletttheorie zur Berechnung der Druckverteilung von Profilen. Sie können das numerische Verfahren der diskreten Wirbel sicher anwenden. • Die Studierenden verstehen das Wirbelgitterverfahren zur Berechnung der Druckverteilung von Auftriebsflächen und können es sicher anwenden. • Die Studierenden können die Standardmethoden der Aeroelastik sicher anwenden und die Ergebnisse korrekt interpretieren. Sie kennen die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Methoden und die Grenzen. • Die Studierenden verstehen die Grundprinzipien aktiv geregelter aeroelastischer Systeme
Inhalt	• Methoden der linearen Strukturdynamik, insbesondere Modalanalyse • Aerodynamische Methoden der Aeroelastik: vertiefte Behandlung des Wirbelgitterverfahrens, Grundlagen zur

	Doublet-Lattice-Methode und Blade-Element-Methode • Mathematische Beschreibung der Kopplung zwischen Strömung und Struktur, Splines • Methoden der statischen Aeroelastik: Trim-Analysen, aerodynamische Lasten am flexiblen Flugzeug, Ruderwirksamkeit, statische Divergenz • Methoden der dynamischen Aeroelastik: Flattern, Böenlasten, Manöverlasten • Aktive Regelung von Aeroelastischen Systemen: Lastabminderung und Flatterunterdrückung Die überwiegend heuristischen numerischen Verfahren werden anhand der zugrundeliegenden Modellvorstellungen erklärt. Auf diese Weise werden auch die Grenzen der Anwendbarkeit deutlich. Besonderer Wert wird auf die Kontrolle der Qualität der Ergebnisse gelegt. Übungsaufgaben werden mit dem selbst entwickelten, auf GNU/Octave basierenden Programmbaukasten Mefisto durchgeführt.
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• Wright, Cooper, Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads, Wiley 2007 • Bisplinghoff, Ashley, Halfman, Aeroelasticity, Dover 1996 • Försching, Grundlagen der Aeroelastik, Springer, 1974 • Campanile, Righi, Grundlagen der klassischen Aeroelastik, 2024 Eigene Lehrmaterialien zum Download
Stand: 30.07.2025	

LRM 2.2 Luftfahrtantriebe

Modulbezeichnung	**Luftfahrtantriebe**
engl. Modulbezeichnung	Aeronautical Propulsion Systems
Fachgruppe	Energietechnik
Lfd. Nr.	**LRM 2.2**
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Björn Kniesner
weitere Lehrende	N.N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (SoSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Wahlpflichtmodul LRM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Seminaristischer Unterricht, 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Thermodynamik, Wärmeübertragung, Strömungslehre, Strukturmechanik, Flugantriebe (Bachelor), Grundkenntnisse in der Programmierung
Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)	• Die Studierenden können atmosphärische Antriebsmethoden sowie neuere Antriebstechniken aus dem Überschallbereich analysieren. • Die Studierenden können wissenschaftliche Methoden zur mathematischen Simulation von Flugantriebssystemen und ihrer Einzelbaugruppen im Bereich der Triebwerksauslegung für die allgemeine, die kommerzielle und die Hochleistungsluftfahrt sicher anwenden. Sie kennen die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit und die Grenzen der Methoden. • Die Studierenden sind in der Lage, ein Gesamttriebwerkssystem innerhalb eines Entwicklungsteams auszulegen. • Die Studierenden verstehen die steigenden Anforderungen an die Umweltverträglichkeit moderner Triebwerkssysteme (Verbrauch, Abgase, Lärm) und berücksichtigen sie bei der Auslegung.
Inhalt	• Modellierung und Optimierung des Gesamtkreisprozesses von Zweistromtriebwerken in verschiedenen Anwendungen • Analyse der Triebwerks-Komponenten mittels gasdynamischer Beschreibung • Detailauslegung der Triebwerkskomponenten (Schaufelprofile, Drallerzeuger, Belochung, Einlauf- und Düsenkontur) mittels höherwertiger Verfahren (CFD, FEM) • Auslegung eines Gesamttriebwerks innerhalb einer Projektgruppe

	Die Arbeiten werden mit mehreren in der Vorlesung selbst programmierten VBA-Tool sowie ANSYS und CATIA durchgeführt. Der Schwerpunkt bei den numerischen Verfahren liegt auf ihrer korrekten und sicheren Anwendung.
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• W. Bräunling, Flugzeugtriebwerke, Springer, 2004. • Rick, H, Gasturbinen und Flugantriebe, Springer, 2013 • Eigene Lehrmaterialien zum Download
Stand: 13.02.2024	

LRM 2.3 Flugbetriebsmanagement

Modulbezeichnung	**Flugbetriebsmanagement**
engl. Modulbezeichnung	Aircraft Operations and Airline Management
Fachgruppe	Regelungstechnik
Lfd. Nr.	**LRM 2.3**
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Alexander Knoll
weitere Lehrende	N.N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (SoSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Wahlpflichtmodul LRM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Seminaristischer Unterricht, 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Flugmechanik, Flugleistungsberechnung und Grundlagen der Betriebswirtschaft
Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)	Fachliche Kompetenzen • Die Studierenden verstehen die Anforderungen, Zielsetzungen und Besonderheiten der beteiligten Marktteilnehmer und Institutionen im Rahmen des kommerziellen Betriebs von Flugzeugen • Die Studierenden verstehen dabei die besonderen Aspekte der Sicherheit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit, einer Fluggesellschaft • Die Studierenden verstehen die Ziele und Anforderungen von Flughäfen und der Flugsicherung insbesondere im Hinblick auf Umweltverträglichkeit und Lärmvermeidung. • Die Studierenden sind in der Lage, den Betrieb von Flugzeugen als zentrales Element in das komplexe kybernetische System Luftfahrt einzuordnen • Die Studierenden können selbständig methodische Lösungsansätze zur Optimierung des Flugbetriebs unter Berücksichtigung realer Einschränkungen entwickeln. Überfachliche Kompetenzen • Verständnis des Zusammenhangs von Sicherheit, Ökonomie und Ökologie • Betriebswirtschaftliche Unternehmensführung
Inhalt	Die Lehrveranstaltung umfasst folgende Elemente: • Seminaristischen Unterricht durch den hauptsächlichen Lehrenden • Beiträge zu speziellen Themen durch externe Experten/ Vertreter der entsprechenden Unternehmen bzw.

	Institutionen Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt: • Wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Besonderheiten der Teilnehmer im Luftverkehr, Schwerpunkt Fluggesellschaften • Verschiedene Geschäftsmodelle und deren Besonderheiten (z.B. Passagier-, Charter-, Fracht- und Geschäftsreiseverkehr) • Wirtschaftliche Kenngrößen, Kostenmodelle zur Abbildung des Flugbetriebs • Netzplanung und Netzmanagement • Erlössteuerung: Yield Management und Pricing • Kooperationen und Allianzen • Auswahl und Finanzierung des Fluggeräts • Organisation und Durchführung der Wartung Organisation und Durchführung des Flugbetriebs • Flugverkehr aus Sicht anderer Beteiligter (z.B. Flugsicherung, Flughäfen, Bodendienstleister, Catering- und Logistikunternehmen)
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• W. Pompl, Luftverkehr: Eine ökonomische und politische Einführung, Springer, 2007 • J. G. Wensveen, Air Transportation: A Management Perspective, Ashgate Publishing Limited, 2011 • P. Belobaba, A. Odoni, C. Barnhart (Eds.), The Global Airline Industry, John Wiley & Sons, 2009 Eigene Lehrmaterialien zum Download
Stand: 30.06.2021	

LRM 2.4 Versuch und Zulassung von Flugzeugen und Triebwerken

Modulbezeichnung	**Versuch und Zulassung von Flugzeugen und Triebwerken**
engl. Modulbezeichnung	Aircraft & Propulsion Systems Testing and Certification
Fachgruppe	Energietechnik
Lfd. Nr.	**LRM 2.4**
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Björn Kniesner
weitere Lehrende	N.N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Wahlpflichtmodul LRM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Seminaristischer Unterricht, 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Thermodynamik, Flugantriebe , Aerodynamik, Flugmechanik, Messtechnik
Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)	• Die Studierenden verstehen die Bedeutung von Erprobung und Test im Entwicklungsprozess eines Luftfahrzeugs. • Sie können im Test ermittelte Leistungsdaten und Kennlinien interpretieren. • Die Studierenden sind in der Lage, wissenschaftliche Methoden der Flugzeug- und Triebwerkserprobung sicher anzuwenden. • Sie kennen die Bestimmungen nach den Certification Specifications der EASA und der FAA.
Inhalt	• Certification Specifications der EASA und der FAA • Theoretische Verfahren zur Auswertung und Umsetzung von Flug- und Triebwerksmessdaten • Nachweisführung für die Einhaltung von Flugzeug- oder Triebwerksbauvorschriften • Einführung in das Thema der Qualitätssicherung
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• W. Bräunling, Flugzeugtriebwerke, Springer, 2004. Eigene Lehrmaterialien zum Download
Stand: 13.02.2024	

LRM 2.5 Höhere Aerodynamik

Modulbezeichnung	**Höhere Aerodynamik**
engl. Modulbezeichnung	Advanced Aerodynamics
Fachgruppe	Energietechnik
Lfd. Nr.	**LRM 2.5**
Modulverantwortung	Prof. Dr. Anne-Marie Schreyer
weitere Lehrende	N.N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Wahlpflichtmodul LRM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Seminaristischer Unterricht, 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium: 45h - Eigenstudium: 135h
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Differenzial- und Integralrechnung, Aerodynamik, Fluidmechanik, Thermodynamik
Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)	• Die Studierenden kennen die wichtigsten Begriffe und Modellbildungen der Potentialtheorie, der dreidimensionalen kompressiblen Strömungsmechanik und der instationären Wellenausbreitung. Sie sind mit den theoretischen Grundgesetzen und den Grenzen ihrer Gültigkeit vertraut, haben gelernt, die theoretischen Grundlagen zur Lösung konkreter Aufgaben anzuwenden, und sind damit in der Lage, anspruchsvolle Aufgabenstellungen aus dem Gebiet der Aerodynamik zu analysieren und mit angemessenen Methoden zu berechnen. • Die Studierenden verstehen die gängigen numerischen Verfahren und können sie sicher und korrekt anwenden. • Die Studierenden kennen die Bedeutung der Aerodynamik für die Wirtschaftlichkeit, den Ressourcenverbrauch und die Umweltbelastung.
Inhalt	• Vertiefung der Potentialtheorie • Methode der Charakteristiken • Dreidimensionale kompressible Strömungen • Instationäre Strömungen • Viskose Effekte in Hyperschallströmungen
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• Anderson, Fundamentals of Aerodynamics, Mc Graw Hill, 1991

	• Anderson, Hypersonic and High Temperature Gas Dynamics, Mc Graw Hill, 1989 • Hakenesch, Vorlesungsskript • Hayes, Probstein, Hypersonic Flow Theory, Academic Press, 1966 • Houghton, Carpenter, Collicott, Valentine, Aerodynam*ics for Engine*ering Students, Elsevier, 2013 • Oswatitsch, Gasdynamik, Springer-Verlag, 1952 • Schlichting, Grenzschichttheorie, Braun-Verlag, 1965 • Vincenti, Kruger, Introduction to physical gas dynamics, John Wiley, 1965
Stand: 30.07.2025	

LRM 2.6 Antriebssysteme für Raumfahrzeuge

Modulbezeichnung	**Antriebssysteme für Raumfahrzeuge**
engl. Modulbezeichnung	Space Launch and Satellite Propulsion Systems
Fachgruppe	Energietechnik
Lfd. Nr.	**LRM 2.6**
Modulverantwortung	Prof. Dr.Björn Kniesner
weitere Lehrende	N. N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Wahlpflichtmodul LRM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Seminaristischer Unterricht, 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Strömungsmechanik, Thermodynamik, Dynamik, Konstruktion
Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)	• Die Studierenden erlangen Einblick in Aufbau und Funktion von Raumfahrtantrieben für Träger, Satelliten und Sonden • Sie kennen die Funktionsweisen sowie die damit verbundenen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Triebwerkstypen und sind in der Lage, sie verschiedenen Missionsanforderungen zuzuordnen. • Sie sind in der Lage, Düsenströmungen und die daraus resultierenden Schübe zu berechnen und verstehen die Zusammenhänge der ausschlaggebenden Parameter und Kennzahlen. • Die Studierenden sind fähig, Antriebsbedarf und Treibstoffverbrauch eines chemischen oder nichtchemischen Antriebs sowie deren Optimierung mittels Stufung oder Manöver zu berechnen. • Sie kennen den Aufbau der Atmosphäre sowie übliche Standardmodelle und begreifen die Auswirkungen auf Trajektorien von Trägersystemen. • Sie beherrschen das Zweikörperproblem und können Raumflugbahnen auslegen sowie energetisch günstige Bahnänderungen berechnen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten derzeitigen Raumtransportsysteme sowie die entsprechenden Standardorbits. • Sie verstehen die Zusammenhänge und Einflüsse der unterschiedlichen Parameter für den Wiedereintritt von Raumkapseln.
Inhalt	• Isentrope Düsenströmung, Impulssatz und Schubgleichung, Zweiphasenthermodynamik und Thermodynamik

	überkritischer Fluide,
	• Trägerantriebe: Kraftstoffklassifizierung, Eigenschaften und Handling von LH2 und LOx, Funktion und Bauformen von Flüssigkeitstriebwerken und Feststofftriebwerken sowie Grundstufen- und Oberstufentriebwerken.
	• Satellitenantriebe: Kraftstoffklassifizierung, Eigenschaften und Handling Treibstoffen, Funktion und Bauformen von Satellitentriebwerken zum Bahntransfer und zur Bahn- und Lageregelung, Bewegungs- und Lageregelungsdynamik, Missionsanalyse, Bauelemente von Satellitenantriebssystemen, Systemauslegung von Einstoff- und Zweistoffsystemen.
	• Nichtchemische Antriebe:
	  ○ Elektrische Raumfahrtantriebe
	  ▪ Elektrothermische Antriebe
	  ▪ Elektromagnetische Antriebe
	  ▪ Elektrostatische Antriebe
	  ○ Nukleare Raumfahrtantriebe
	  ▪ Isotopenantriebe
	  ▪ Festkernreaktoren
	  ▪ Flüssig- und Gaskernreaktoren
	  ○ Solare Raumfahrtantriebe
	  ▪ Solarthermische Antriebe
	  ▪ Solarelektrische Antriebe
	  ▪ Sonnensegel
	• Laserantriebe

Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• Sutton, Biblarz, Rocket Propulsion Elements, Wiley • Ward, Aerospace Propulsion Systems, Wiley • Fortescue, Stark, Swinerd, Spacecraft Systems Engineering, Wiley • Sforza, Theory of Aerospace Propulsion, Elsevier • Skripten der Lehrenden
Stand: 13.02.2024	

LRM 2.7 Raumfahrtsystementwurf

Modulbezeichnung	**Raumfahrtsystementwurf**
engl. Modulbezeichnung	Spacecraft System Design
Fachgruppe	Produktentwicklung
Lfd. Nr.	**LRM 2.7**
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Markus Pietras
weitere Lehrende	N.N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Wahlpflichtmodul LRM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Seminaristischer Unterricht, 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Technische Mechanik, Thermodynamik, Konstruktion
Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)	• Die Studierenden können Missionsziele analysieren und entsprechende Raumfahrtsysteme auslegen und entwerfen. • Die Studierenden verstehen Auslegungsmethodik und Designprozesse von Raumfahrtsystemen und deren Subsystemen. • Sie kennen die Funktionen und Charakteristiken verschiedenerer Subsysteme sowie technologische Designalternativen. • Sie sind in der Lage, Systemanforderungen zu Formulieren und daraus Anforderungsspezifikationen für einzelne Baugruppen abzuleiten. • Sie verstehen die Methodik zur Verifikation von Anforderungen und kennen grundlegende Testprozesse für Funktions- und Qualifikationstests, Umweltkompatibilitätstest und Modellverifizierungen auf verschiedenen Systemebenen. • Sie können mit den in der Raumfahrttechnik üblichen Standards (z.B. ECSS und NASA-STD) umgehen.
Inhalt	• Projektphasen und Meilensteine in Raumfahrtsystementwicklungen. • Raumfahrsysteme und deren Subsystems • Systemdesign und Designprozesse. • Missionsanalyse und Systemauslegung. • Konstruktive Gestaltung von Strukturen, Mechanismen sowie Methoden zur Thermalkontrolle. • Ableitung und Analyse von Lasten auf System- und

	Subsystemebene. • Methoden der Anforderungsverifikation • Test und Analysemethoden zur Qualifikation von Raumfahrtsystemen
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• Wertz et al. "Space Mission Engineering" • Thomas P. Sarafin "Spacecraft Structures and Mechanisms from Concept to Launch" • P. Fortescue et al. "Spacecraft Systems Engineering" • V.L. Pisacane, R.C.Moore (eds.) "Fundamentals of Space Systems" • Eigene Lehrmaterialien zum Download
Stand: 13.02.2024	

MBM 2.8 Projektarbeit

Modulbezeichnung	**Projektarbeit**
engl. Modulbezeichnung	Independent Study
Fachgruppe	Alle
Lfd. Nr.	**MBM 2.8**
Modulverantwortung	Prof. Dr. Frank Palme
Weitere Lehrende	N.N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (WiSe/SoSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Wahlpflichtmodul MBM, FAM, LRM, FEM, TBM, abhängig von der Aufgabenstellung auch Hochschulzertifikat „Nachhaltiges Denken, verantwortliches Handeln“
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Selbstständige Arbeit
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium/Eigenstudium: 45 Std. / 135 Std.
Leistungspunkte	6
Empfohlene Voraussetzungen	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen des Bachelorstudiums
Lernziele (Fähigkeiten und Kompetenzen)	Die Projektarbeit vermittelt die für das Arbeiten in Projektteams erforderlichen fachübergreifenden Qualifikationen. An konkreten Aufgabenstellungen werden die Projekterfahrungen im Hinblick auf Verantwortlichkeit, Lösungs- und Entscheidungsfindung vertieft. Ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen können so über Methoden der Projektorganisation selbständig in analytische Wirkketten, Simulationsmodelle, Konstruktionen, Abläufe oder Aufbauten übertragen und anhand von Simulationen/Verifikationen/Versuchsergebnissen validiert werden. Die Studierenden • haben Kenntnisse über den Ablauf und die Methoden zur Planung, Steuerung und Validierung von Projekten • üben interdisziplinäre Teamfähigkeit, Systemdenken und soziale Kompetenz • erfahren, erkennen und steuern gruppendynamische Prozesse • sind in der Lage, eine Aufgabenstellung in kleinen Gruppen selbständig zu analysieren, zu strukturieren sowie praxisgerecht in Arbeitspaketen zu lösen • entwickeln die Kompetenz, Verantwortung und Initiative im Team zu übernehmen und andere zu motivieren • sind auf diese Weise in der Lage, Wissen, Fähigkeiten und Kompetenzen in Teamarbeit selbständig zu erarbeiten • erkennen dabei mögliche Problemsituationen (z.B. mangelnde Abstimmung, Verzögerungen) und entwickeln passende Lösungsstrategien

	• sind in der Lage, das Erarbeitete zu dokumentieren und anderen zu präsentieren.
Inhalt	• Definition der Projektziele, Festlegung der Anforderungen, Erstellung von Teamkommunikationsstrukturen • Strukturierung der Projektinhalte unter technischen, kausalen und zeitlichen Aspekten • Einrichten von Arbeitspaketen und Festlegen von Verantwortlichkeiten unter den Teammitgliedern • Erstellung des Projektplans (Teilaufgaben, Arbeitspakete, Zeitplan, Meilensteine, etc.) • Beschaffung und Auswertung von Informationen (z.B. Recherche zu benötigten Projektdaten, Stand der Technik) • Erarbeitung, Bewertung, Auswahl und Realisierung von Lösungen (z.B. Anfertigen von Konstruktionen, Simulationen, Erstellen von Aufbauten, Durchführen von Versuchen bzw. Missionen) • Erstellen eines Abschlussberichts zur Dokumentation von Konzeption, Ausführung und Ergebnissen mit Präsentation
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripte	Hering, E.: Projektmanagement für Ingenieure. Springer, Wiesbaden (2014) Kunow, A.: Projektmanagement und Technisches Coaching. Hüthig (2005) International Council on Systems Engineering (INCOSE): Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities. Wiley, Hoboken (2015)
Stand: 30.06.2021	

TBM 2.4 Strukturdynamik

Modulbezeichnung	**Strukturdynamik**
engl. Modulbezeichnung	Structural Dynamics
Fachgruppe	Mechanik
Lfd. Nr.	**TBM 2.4**
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Johannes Wandinger
weitere Lehrende	N.N.
Sprache	Deutsch
Zuordnung zum Curriculum (Turnus)	Master LRM, 1./2. Semester (SoSe)
Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten	Wahlpflichtmodul TBM, MBM, LRM
Art der Lehrveranstaltung, SWS	Seminaristischer Unterricht, 4 SWS
Arbeitsaufwand in Zeitstunden	Präsenzstudium: 45h - Eigenstudium: 135h
Leistungspunkte	6
Vorausgesetzte Kenntnisse	Mathematik, Technische Mechanik, FEM für statische Analysen linear-elastischer Strukturen, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Matlab oder GNU/Octave
Lernziele (Fähigkeiten und Kompetenzen)	• Die Studierenden verstehen das Schwingungsverhalten linear-elastischer Strukturen und den Einfluss der verschiedenen Systemparameter. Sie können Eigenschwingungen numerisch berechnen, die Ergebnisse korrekt interpretieren und die Qualität der Ergebnisse bewerten. • Die Studierenden kennen die Methoden zur Beschreibung von zufallserregten Schwingungen. Sie können Zeitreihen mit Hilfe von Matlab/Octave auswerten und die Ergebnisse korrekt interpretieren. • Die Studierenden können die klassischen Methoden zur numerischen Berechnung von Übertragungsfunktionen sicher anwenden, die Ergebnisse korrekt interpretieren sowie die Fehlereinflüsse abschätzen. • Die Studierenden kennen den Einfluss von Vibrationen auf Komfort, Arbeitssicherheit und Lärmemissionen.
Inhalt	• Klassifikation von dynamischen Lasten • Impulsantwort, Fourier-Transformation und Übertragungsfunktionen • Stochastische Prozesse, Leistungs- und Kreuzleistungsdichtespektren • Numerische Zeitreihenanalyse mit GNU/Octave • Schwingungseigenschaften kontinuierlicher Systeme und ihre Approximation durch diskrete Modelle • Klassische Berechnungsverfahren der Strukturdynamik: Modalanalyse, Frequenzganganalyse, Transiente

	Analyse • Erweiterte modale Reduktion: Fehleranalyse, modale statische Dehnungsenergien, modale effektive Massen • Teilstrukturen: statische Reduktion und Craig-Bampton-Methode • Modellbewertung • Dämpfungsmodelle: viskose Dämpfung, Strukturdämpfung, Rayleigh-Dämpfung, Näherungscharakter der Dämpfungsmodelle Übungsaufgaben und die Studienarbeit werden mit dem selbst entwickelten, auf GNU/Octave basierenden Programmbaukasten Mefisto durchgeführt.
Prüfung	Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung
Literaturhinweise/Skripten	• Knaebel, Jäger, Mastel, *Technische Schwingungslehre*, Springer 2009 • Föllinger, *Laplace-, Fourier- und z-Transformation*, VDE-Verlag 2011 • Clough, Penzien, *Dynamics of Structures*, Computers & Structures 2003 • Gasch, Knothe, Liebich, *Strukturdynamik*, Springer 2012 • Freymann, *Strukturdynamik – Ein anwendungsorientiertes Lehrbuch*, Springer 2011 • Craig, Kurdila, *Fundamentals of Structural Dynamics*, Wiley 2006 • Craig, Structural *Dynamics – An Introduction to Computer Methods*, Wiley 1981 • Wang, Wang, *Structural Vibration: Exact Solutions for Strings, Membranes, Beams, and Plates*, CRC Press 2013 • Adhikari, *Structural Dynamic Analysis with Generalized Damping Models: Analysis*, John Wiley & Sons 2013 • Bathe, *Finite Element Procedures*, Prentice Hall 1996 • Bendat, Piersol, *Random Data: Analysis and Measurement Procedures*, Wiley 2010 • Brandt, *Noise and Vibration Analysis: Signal Analysis and Experimental Procedures*, Wiely 2011 • Natke, *Einführung in Theorie und Praxis der Zeitreihen und Modalanalyse*, Vieweg 1992 • Saad, *Numerical Methods for Large Eigenvalue Problems*, SIAM 2011 • Wilkinson, *The Algebraic Eigenvalue Problem*, Oxford 1988 • Eigene Lehrmaterialien zum Download
Stand: 30.06.2021	

6 Masterarbeit

Kriterien

Die Masterarbeit stellt eine selbständig anzufertigende wissenschaftliche Arbeit dar, deren Niveau, Inhalt und Umfang den Anforderungen des Masterstudiengangs Fahrzeugtechnik entsprechen muss.

Themenvorschläge

Die Themen werden von Professor*innen der Fakultät 03 oder von den Industriepartnern vorgeschlagen.

Zulassung von Themen

Masterarbeitsthemen bedürfen der Genehmigung durch die Prüfungskommission. Die Ausgabe der Themen für die Masterarbeiten erfolgt durch die von der Prüfungskommission festgelegten Prüfer*innen.