

Masterstudiengang Luft- und Raumfahrttechnik LRM

# MODULHANDBUCH mit STUDIENPLAN

Stand: 07.04.2022

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Inhaltsverzeichnis .....   | 2  |
| 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 Raumfahrtssystementwurf .....                              | 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) ([https://www.hm.edu/studierende/mein\\_studium/recht/verordnungen\\_satzungen.de.html](https://www.hm.edu/studierende/mein_studium/recht/verordnungen_satzungen.de.html)) veröffentlichten

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

## 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.<sup>3</sup>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 | ECTS | Summe ECTS |
|----------|----------|--|-----|------|------------|
| 1        | TBM 1.1a | Höhere Mathematik und Grundlagen der Numerik     | 6   | 7    | 30         |
|          | TBM 1.2a | Management von Unternehmen, Projekten und Wissen | 4   | 5    |            |
|          | LRM 1.3  | Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt   | 4   | 6    |            |
|          | LRM 1.5  | Raumfahrtmechanik und Weltraumbedingungen        | 4   | 6    |            |
|          | LRM 2    | Ein Wahlpflichtmodul                             | 4   | 6    |            |
| 2        | LRM 1.4  | Flugdynamik                                      | 4   | 6    | 30         |
|          | LRM 2    | Vier Wahlpflichtmodule                           | 16  | 24   |            |
| 3        | FAM 4    | Masterarbeit                                     | --- | 30   | 30         |

#### Beispiel 2 für den Studienablauf – Start zum Wintersemester:

| Semester | Modulnr. | Modulbezeichnung                                 | SWS | ECTS | Summe ECTS |
|----------|----------|--|-----|------|------------|
| 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                                     | Unterrichtssprache   | WiSe | SoSe | SWS | ECTS | Art der Lehrveranstaltung | Prüfungsform und Bearbeitungsdauer |
|--------------------|--------------------------------------|--|----------------------|------|------|-----|------|---------------------------|------------------------------------|
| <b>LRM 1</b>       | <b>Modulgruppe Pflichtmodule</b>     |  |                      |      |      |     |      |                           |                                    |
| TBM 1.1a           | TBM 1.1a                             | Höhere Mathematik und Grundlagen der Numerik         | Deutsch              | X    | X    | 6   | 7    | SU                        | SP (90 Min.) <sup>1</sup>          |
| TBM 1.2a           | TBM 1.2a                             | Management von Unternehmen, Projekten und Wissen     | Deutsch              | X    | X    | 4   | 5    | SU                        | SP (90 Min.)                       |
| LRM 1.3            | LRM 1.3                              | Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt       | Deutsch/<br>Englisch |      | X    | 4   | 6    | SU                        | SP (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                        | SP (90 Min.)                       |
| <b>LRM 2</b>       | <b>Modulgruppe Wahlpflichtmodule</b> |  |                      |      |      |     |      |                           |                                    |
| LRM 2-W I-IV       | LRM 2.1                              | Aeroelastik  | Deutsch              | X    |      | 4   | 6    | SU                        | StA (60 Std.)                      |
| 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                        | SP (90 Min.)                       |
| LRM 2-W I-IV       | LRM 2.4                              | Versuch und Zulassung von Flugzeugen und Triebwerken | Deutsch              | X    |      | 4   | 6    | SU                        | SP (90 Min.)                       |
| LRM 2-W I-IV       | LRM 2.5                              | Höhere Aerodynamik                                   | Deutsch              | X    |      | 4   | 6    | SU                        | SP (90 Min.)                       |
| LRM 2-W I-IV       | LRM 2.6                              | Antriebssysteme für Raumfahrzeuge                    | Deutsch              | X    |      | 4   | 6    | SU                        | SP (120 Min.)                      |
| LRM 2-W I-IV       | LRM 2.7                              | Raumfahrtssystementwurf                              | Deutsch              | X    |      | 4   | 6    | SU                        | StA (60 Std.)                      |
| LRM 2-W I-IV       | MBM 2.8                              | Projektarbeit  | Deutsch/<br>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.)                      |
| <b>LRM 3</b>       | <b>Masterarbeit</b>                  |  |                      |      |      |     |      |                           |                                    |
|                    |                                      |  |                      | X    | X    |     | 30   |                           | MA und Kol-MA                      |

<sup>1</sup> 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 Dozent\*innen 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 Dozent\*innen 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 und den 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 Dozent\*innen 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 und der Abgabetermin werden in Absprache mit der jeweiligen Dozentin/dem jeweiligen Dozent\*innen 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 problembezogenen Fragestellungen aus dem Gebiet der Luft- und Raumfahrttechnik selbstständig und auf wissenschaftlicher Grundlage zu bearbeiten.

|      |  |     |                             |
|------|--|-----|-----------------------------|
| ECTS | European Credit Transfer and Accumulation System | SP  | schriftliche Prüfung        |
| Kol  | Kolloquium                                       | StA | Studienarbeit               |
| LN   | Leistungsnachweis                                | SU  | seminaristischer Unterricht |
| MA   | Masterarbeit                                     | SWS | Semesterwochenstunden       |
| Proj | Projektstudium                                   | TN  | Teilnahmenachweis           |
| PA   | Projektarbeit                                    | Ü   | Übung                       |
| Pra  | Praktikum  |     |                             |



## 4 Ziele-Module-Matrix

| Ziele-Module-Matrix<br>Masterstudiengang<br>Luft- und<br>Raumfahrttechnik LRM |  | Mathematisch, natur- und<br>ingenieurwissenschaftliche<br>Grundlagen | Vertiefte<br>ingenieurwissenschaftliche<br>Methodenkompetenz | Vertiefte Kompetenzen in<br>Entwurfs- und<br>Entwicklungsmethoden | Vertiefte fachspezifische<br>Kompetenzen Luftfahrt | Vertiefte fachspezifische<br>Kompetenzen Raumfahrt | Soft Skills (Teamwork,<br>agile Methoden, etc.) | Gesellschaftliche und<br>soziale Verantwortung,<br>Berufsethik, Nachhaltigkeit | Unternehmerische<br>Kompetenzen | Sprachliche und<br>interkulturelle<br>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                    | ○  | ●  | ●   |  | ●  |   | ○  |                                 | ○   |
|   | Raumfahrtssystementwurf                              |  | ○  | ●   |  | ●  | ●   |  | ○                               | ○   |
|   | 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

|  |   |
|--|---|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Höhere Mathematik und Grundlagen der Numerik</b>   |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Advanced Mathematics and Basics of Numerical Analysis   |
| <i>Fachgruppe</i>  | Mathematik  |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>TBM 1.1a</b>   |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr. Michael Wibmer  |
| <i>Weitere Dozent*innen</i>  | Prof. Dr. Christian Möller<br>Prof. Dr. Georg Schlüchtermann<br>N.N.  |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch   |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1. Semester (WiSe/SoSe)   |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Allgemeines Pflichtmodul für TBM, FAM, FEM, LRM, MBM  |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | SU: 6 SWS   |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium/Eigenstudium: 65 Std./145 Std.   |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 7 ECTS  |
| <i>Empfohlene Voraussetzungen</i>  | Mathematik des Bachelors (z.B. Ingenieurmathematik I,II)  |
| <i>Lernziele (Fähigkeiten und Kompetenzen)</i>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schärfung analytischer Denkweisen</li> <li>• Erwerb fortgeschrittener Kenntnisse von mathematischen Begriffen und Methoden, welche für die Behandlung von wissenschaftlichen und fortgeschrittenen Anwendungen aus den Themen der Masterstudiengänge notwendig sind.</li> <li>• Die Studierenden erlangen die Fähigkeiten um ausgewählte physikalisch-technischer Vorgänge zu modellieren und können mathematischer Methoden zur Diskussion der Eigenschaften dieser Modelle anwenden.</li> <li>• Verständnis der Grundlagen numerische Begriffe und Methoden und Fähigkeit zur Anwendung numerischer Methoden auf Anwendungsbeispiele</li> <li>• Die Studierenden erarbeiten sich die Fähigkeit, technische Zusammenhänge in mathematischer Sprache zu formulieren und deren Resultate kritisch zu beurteilen</li> <li>• 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)</li> </ul> |

|  |   |
|--|---|
| <p><i>Inhalt</i></p>                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lineare und nichtlineare Systeme von gewöhnliche Differenzialgleichungen (Lösungsschema, Eigenwerttheorie, Stabilität, Linearisierung dynamischer Systeme).</li> <li>2. Rand- und Eigenwertaufgaben.</li> <li>3. Fourierreihen und Fouriertransformation (Eigenschaften, Anwendungen, Beispiele, Gibb'sches Phänomen, Abtasttheorem von Shannon).</li> <li>4. Laplacetransformation (Eigenstudium).</li> <li>5. Integralsätze (z.B. Sätze von Gauß, Green und Stokes)</li> <li>6. Partielle Differenzialgleichung (Struktur Charakteristiken, Typen: elliptische, hyperbolische, parabolische, Lösungsverfahren)</li> <li>7. Grundlagen der numerischen Mathematik</li> <li>8. Einführung in statistische Methoden</li> </ol>   |
| <p><i>Prüfung</i></p>                    | <p>Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung</p>  |
| <p><i>Literaturhinweise/Skripten</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arendt, Urban, Partielle Differenzialgleichungen, Springer Spektrum (2010);</li> <li>• Graf Finck von Finckenstein, Lehn, Schnellhaas, Wegmann, Arbeitsbuch Mathematik für Ingenieure, Band II: Differentialgleichungen, Funktionentheorie, Numerik und Statistik, Teubner (2006)</li> <li>• Bärwolff, Numerik für Ingenieure, Physiker und Informatiker, Springer Spektrum (2015);</li> <li>• Munz, Westermann, Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen, Springer Verlag 3. Aufl. (2012);</li> <li>• Burg, Haf, Wille, Partielle Differentialgleichungen (2004);</li> <li>• Quarteroni, Sacco, Saleri, Numerische Mathematik 1 und 2, Springer Verlag</li> <li>• Scholz, Numerik Interaktiv, Springer Spektrum (2016)</li> <li>• Meyberg, Vachenaer, Höhere Mathematik 1 und 2, Springer Verlag, 6. Aufl. (2003) und 4. Aufl. (2005)</li> <li>• Skripte zu den Bachelorvorlesungen „Ingenieurmathematik I und II“;</li> </ul> |
| <p><i>Verwendete Software</i></p>        | <p>MATLAB, OpenSource Plattformen</p>   |
| <p><i>Stand: 30.06.2021</i></p>          |   |

## TBM 1.2a Management von Unternehmen, Projekten und Wissen

|  |  |
|--|--|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Management von Unternehmen, Projekten und Wissen</b>  |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Management of Business, Projects and Knowledge   |
| <i>Fachgruppe</i>  | BWL  |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>TBM 1.2a</b>  |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr. Julia Eiche  |
| <i>Weitere Dozent*innen</i>  | Dr. Barbara Fischer, LbA<br>N.N.   |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch  |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (WiSe/SoSe)   |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Allgemeines Pflichtmodul für TBM, FAM, FEM, LRM, MBM   |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | SU: 4 SWS  |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium/Eigenstudium: 45 Std./105 Std.  |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 5 ECTS   |
| <i>Empfohlene Voraussetzungen</i>  | Grundlagen Betriebswirtschaftslehre  |
| <i>Lernziele (Fähigkeiten und Kompetenzen)</i>   | <p>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.</p> <p>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).</p> |
| <i>Inhalt</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmensführung (Grundlagen, Instrumente strategisches Management, internationales Management, Kostenmanagement &amp; Controlling, Personalführung, innovative Geschäftsmodelle etc.)</li> <li>• Projektmanagement (Methoden, Instrumente und Ebenen des Projektmanagements; Projektphasen, klassischer und agiler Ansatz)</li> <li>• Wissensmanagement (Methoden, Instrumente und Ebenen des Wissensmanagements)</li> <li>• Planspiel Unternehmensführung: In der Rolle der Geschäftsführung treffen die Teilnehmer strategische und operative Entscheidungen in verschiedenen Unternehmensbereichen.</li> </ul>   |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Branchenrelevante Praxisbeispiele und aktuelle Entwicklungen (wie z.B. Digitalisierung der Industrie)</li> </ul>   |
| <i>Prüfung</i>                    | Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung   |
| <i>Literaturhinweise/Skripten</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dillerup, R./Stoi, R. (neueste Auflage): Unternehmensführung, Verlag Vahlen, München.</li> <li>• Holtbrügge, D./Welge, M. (neueste Auflage): Internationales Management, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart.</li> <li>• Hungenberg, H./ Wolf, T. (neueste Auflage): Grundlagen der Unternehmensführung, Springer, Heidelberg.</li> <li>• North, K. (neueste Auflage): Wissensorientierte Unternehmensführung – Wertschöpfung durch Wissen, Gabler, Wiesbaden</li> <li>• Steinmann, H./ Schreyögg, G./ Koch, J. (neueste Auflage): Management, Springer Gabler Wiesbaden.</li> <li>• Thommen, J./ Achleitner, A. (neueste Auflage): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre – Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht, Springer Gabler Wiesbaden.</li> <li>• Timinger, H. (neueste Auflage): Modernes Projektmanagement, Wiley Verlag, Weinheim.</li> </ul> |
| <i>Stand: 30.06.2021</i>          |   |

## LRM 1.3 Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt

|  |  |
|--|--|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Systems Engineering in der Luft- und Raumfahrt</b>  |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Aerospace Systems Engineering  |
| <i>Fachgruppe</i>  | Regelungstechnik   |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>LRM 1.3</b>   |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr. Claudio Zuccaro  |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | N.N.   |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch/Englisch   |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (SoSe)  |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Pflichtmodul LRM   |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Seminaristischer Unterricht, 4 SWS   |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h   |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS   |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   | Grundlagen der Ingenieurwissenschaften   |
| <i>Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Heuristiken des Systems Engineering, können geeignete Methoden zur Problemlösung auswählen und den Problemlösungsprozess erfolgreich anwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Lebensphasen eines Systems und insbesondere die verschiedenen Phasen der Systementwicklung.</li> <li>• Die Studierenden kennen das Zusammenspiel der Systemgestaltung und des Projektmanagements und können darauf basierend die unterschiedlichen Rollen des Systems Engineering beschreiben.</li> </ul> |
| <i>Inhalt</i>  | <p>Die Lehrveranstaltung umfasst folgende Elemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• seminaristischer Unterricht mit integrierten Übungsanteilen</li> <li>• Bearbeitung von Aufgaben in eigenständiger Gruppenarbeit</li> <li>• Präsentationen durch die Studierenden</li> </ul> <p>Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesse des Systems Engineering gemäß ISO 15288 und relevanter Normen der Luft- und Raumfahrt</li> <li>• Methoden und Techniken der Systemgestaltung, des Systemmanagements und des Projektmanagements im Lebenszyklus von Systemen</li> <li>• Requirements Engineering und Stakeholder Management</li> </ul>   |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Model-Based Systems Engineering</li> <li>• Problemlösungszyklus des Systems Engineering (Systementwurf auf Mikrovorgehensebene)</li> <li>• Entwicklungsphasen und –prozesse für Projekte der Luft- und Raumfahrt</li> <li>• Integration von Systems Engineering im Projektmanagement</li> <li>• Programmmanagement</li> <li>• Wissens- und Informationsmanagement</li> </ul> |
| <i>Prüfung</i>                    | Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung   |
| <i>Literaturhinweise/Skripten</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haberfellner, Reinhard et al. (Hrsg), Systems Engineering - Grundlagen und Anwendung, Verlag Orell Füssli, 2012</li> <li>• NASA, Systems Engineering Handbook, NASA/SP-2007-6105 Rev1, 2007</li> <li>• INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities, 4th Edition</li> </ul> <p>Eigene Lehrmaterialien zum Download</p>        |
| <i>Stand: 30.06.2021</i>          |   |

## LRM 1.4 Flugdynamik

|  |  |
|--|--|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Flugdynamik</b>   |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Flight Dynamics  |
| <i>Fachgruppe</i>  | Regelungstechnik   |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>LRM 1.4</b>   |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr.-Ing. Alexander Knoll   |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | N.N.   |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch  |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)  |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Pflichtmodul LRM   |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Seminaristischer Unterricht, 4 SWS   |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h   |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS   |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   | Mathematik, Regelungstechnik, Flugzeugs subsysteme, Flugmechanik, Aerodynamik, Flugregelung, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Matlab  |
| <i>Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)</i>  | <p>Fachliche Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Entwicklungsprozesse für sicherheitskritische Systeme in der Luftfahrt.</li> <li>• Die Studierenden können Steuerungs- und Regelungskonzepte selbstständig entwickeln und in Software umsetzen.</li> <li>• Die Studierenden sind mit Nachweis- und Zulassungsverfahren vertraut.</li> </ul> <p>Überfachliche Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständige Erarbeitung von Aufgabenstellungen</li> <li>• Selbstständiger Einarbeitung in neue Themen</li> <li>• Präsentation eigener Ergebnisse</li> <li>• Arbeiten im Team</li> <li>• Verantwortungsvolles Arbeiten bei sicherheitskritischen Fragestellungen</li> </ul> |
| <i>Inhalt</i>  | <p>Die Lehrveranstaltung umfasst folgende Elemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• seminaristischen Unterricht</li> <li>• Präsentationen durch die Studenten</li> <li>• Entwicklung von Steuerungs- und Regelungssoftware</li> <li>• Erprobung am Simulator oder am fliegenden Versuchsträger.</li> </ul> <p>Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklungsprozess sicherheitskritischer Komponenten</li> </ul>  |



|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardwarekonzepte</li> <li>• Redundanzkonzept unter Berücksichtigung von Hard- und Software</li> <li>• Reglerstrukturen</li> <li>• Flugregelung</li> <li>• Mensch-Maschine Schnittstelle</li> <li>• Simulations- und Flugerprobung</li> <li>• Nachweisführung</li> </ul>  |
| <i>Prüfung</i>                    | Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung   |
| <i>Literaturhinweise/Skripten</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brockhaus, Alles, Luckner, Flugregelung, Springer 2011</li> <li>• Stevens, Lewis, Aircraft Control and Simulation, Wiley 2003</li> <li>• Gudmundsson, General Aviation Aircraft Design, Elsevier 2014</li> <li>• Nelson, Flight Stability and Automatic Control, McGraw-Hill 1998</li> <li>• Yechout, An Introduction to Aircraft Flight Mechanics, AIAA Education Series 2003</li> </ul> <p>Eigene Lehrmaterialien zum Download</p> |
| <i>Stand: 30.06.2021</i>          |   |

## LRM 1.5 Raumfahrtmechanik und Weltraumbedingungen

|  |  |
|--|--|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Raumfahrtmechanik und Weltraumbedingungen</b>   |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Space Flight Dynamics and Space Environment  |
| <i>Fachgruppe</i>  | Regelungstechnik   |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>LRM 1.5</b>   |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Siebold  |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | Prof. Dr.-Ing. Markus Pietras  |
| <i>Sprache</i>   | Englisch   |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (SoSe)  |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Pflichtmodul LRM   |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Seminaristischer Unterricht, 4 SWS   |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h   |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS   |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   | Grundlagen der Ingenieurwissenschaften   |
| <i>Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Weltraummissionen bezüglich der Bahnmechanik, Lageregelung und sonstigen Missionsparametern im Rahmen der physikalischen Umweltbedingungen planen, numerisch simulieren und analysieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage, numerische Methoden im multi-dimensionalen Bereich der Satellitensimulation herzuleiten und anzuwenden.</li> <li>• Sie verstehen physikalische und umwelttechnische Rahmenbedingungen wie Thermalhaushalt, Kommunikation, Weltraummüll und erdnahe Weltraum.</li> </ul> |
| <i>Inhalt</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Bahnmechanik nach Kepler</li> <li>• Einflüsse von Störungen, wie Gravitationsmodelle, atmosphärischer Widerstand, Solardruck etc.</li> <li>• Lageparametrisierung und Dynamik</li> <li>• Bahnmanöver, erdnah und interplanetar</li> <li>• Thermale Belastungen und Strahlungsbelastungen</li> <li>• Mikrometeoriten und Space Debris</li> <li>• Missionsplanung und Mission Operationsphasen</li> <li>• Numerische Analyse, numerische Integration von Zustandsgleichungen</li> <li>• Simulation</li> </ul>    |
| <i>Prüfung</i>   | 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: 30.06.2021*

## LRM 3 Masterarbeit

|  |   |
|--|---|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Masterarbeit</b>   |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Master's Thesis   |
| <i>Fachgruppe</i>  |   |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>LRM 3</b>  |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr.-Ing. Johannes Wanderinger   |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | N.N.  |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch/Englisch  |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 3. Semester (WiSe/SoSe)   |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Pflichtmodul LRM  |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Selbstständige wissenschaftliche Arbeit   |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | 900 h für Bearbeitung der Aufgabenstellung einschließlich Dokumentation und Präsentation  |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 30 ECTS   |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   |   |
| <i>Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)</i>  | 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.  |
| <i>Inhalt</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständige Bearbeitung einer anspruchsvollen fachbezogenen Aufgabe mit wissenschaftlichen Methoden</li> <li>• Planung und Durchführung der Teilaufgaben</li> <li>• Kritische Bewertung der Ergebnisse</li> <li>• Dokumentation und Präsentation</li> </ul> |
| <i>Prüfung</i>   | Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung   |
| <i>Literaturhinweise/Skripten</i>  | Das Auffinden der für das Arbeitsthema relevanten Fachliteratur und die Recherche des Stands von Forschung und Technik ist Teil der Aufgabenstellung.   |
| <i>Stand: 30.06.2021</i>   |   |

## 5.2 Wahlpflichtmodule

## LRM 2.1 Aeroelastik

|  |   |
|--|---|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Aeroelastik</b>  |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Aeroelasticity  |
| <i>Fachgruppe</i>  | Mechanik  |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>LRM 2.1</b>  |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr.-Ing. Johannes Wanderinger   |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | N.N.  |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch   |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)   |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Wahlpflichtmodul LRM, TBM   |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Seminaristischer Unterricht, 4 SWS  |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h  |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS  |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   | Mathematik, Technische Mechanik, FEM, Aerodynamik, Flugmechanik, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Matlab oder GNU/Octave   |
| <i>Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Wechselwirkungsphänomene und –mechanismen zwischen Strömungen und elastischen Strukturen.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die Skeletttheorie zur Berechnung der Druckverteilung von Profilen. Sie können das numerische Verfahren der diskreten Wirbel sicher anwenden.</li> <li>• Die Studierenden verstehen das Wirbelgitterverfahren zur Berechnung der Druckverteilung von Auftriebsflächen und können es sicher anwenden.</li> <li>• 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.</li> </ul> |
| <i>Inhalt</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden der linearen Strukturmechanik, insbesondere Modalanalyse</li> <li>• Aerodynamische Methoden der Aeroelastik: vertiefte Behandlung des Wirbelgitterverfahrens, Grundlagen von Doublet-Lattice-Methode und BEM</li> <li>• Mathematische Beschreibung der Kopplung zwischen Strömung und Struktur, Splines</li> <li>• Methoden der statischen Aeroelastik: Trim-Analysen, aerodynamische Lasten am flexiblen Flugzeug, Ruderwirksamkeit, statische Divergenz</li> </ul>  |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden der dynamischen Aeroelastik: Flattern, Böenlasten, Manöverlasten</li> </ul> <p>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.</p> <p>Übungsaufgaben und die Studienarbeit werden mit dem selbst entwickelten, auf GNU/Octave basierenden Programmbaukasten Mefisto durchgeführt.</p>  |
| <i>Prüfung</i>                    | Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung  |
| <i>Literaturhinweise/Skripten</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hodges, Pierce, Introduction to Structural Dynamics and Aeroelasticity, Cambridge 2011</li> <li>• Wright, Cooper, Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads, Wiley 2007</li> <li>• Dowell (Ed.), A Modern Course in Aeroelasticity, Kluwer 1995</li> <li>• Fung, An Introduction to the Theory of Aeroelasticity, Dover 1993</li> <li>• Bisplinghoff, Ashley, Halfman, Aeroelasticity, Dover 1996</li> <li>• Försting, Grundlagen der Aeroelastik, Springer, 1974</li> <li>• Etkin, Reid, Dynamics of Flight, Stability and Control, Wiley 1996</li> <li>• Moran, An Introduction to Theoretical and Computational Aerodynamics, Dover 1984</li> <li>• Karamcheti, Principles of Ideal-Fluid Aerodynamics, Krieger 1980</li> </ul> <p>Eigene Lehrmaterialien zum Download</p> |
| <i>Stand: 30.06.2021</i>          |  |

## LRM 2.2 Luffahrtantriebe

|  |   |
|--|---|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Luffahrtantriebe</b>   |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Aeronautical Propulsion Systems   |
| <i>Fachgruppe</i>  | Thermodynamik   |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>LRM 2.2</b>  |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr.-Ing. Björn Kniesner   |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | N.N.  |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch   |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (SoSe)   |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Wahlpflichtmodul LRM  |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Seminaristischer Unterricht, 4 SWS  |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h  |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS  |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   | Thermodynamik, Wärmeübertragung, Strömungslehre, Strukturmechanik, Flugantriebe (Bachelor), Grundkenntnisse in der Programmierung   |
| <i>Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können atmosphärische Antriebsmethoden sowie neuere Antriebstechniken aus dem Überschallbereich analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können wissenschaftliche Methoden zur mathematischen Simulation von Flugantriebssystemen und ihrer Einzelbaugruppen im Bereich der Triebwerksauslegung für die allgemeine, die kommerzielle und die Hochleistungsflugfahrt sicher anwenden. Sie kennen die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit und die Grenzen der Methoden.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, ein Gesamttriebwerkssystem innerhalb eines Entwicklungsteams auszulegen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die steigenden Anforderungen an die Umweltverträglichkeit moderner Triebwerkssysteme (Verbrauch, Abgase, Lärm) und berücksichtigen sie bei der Auslegung.</li> </ul> |
| <i>Inhalt</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung und Optimierung des Gesamtkreisprozesses von Zweistromtriebwerken in verschiedenen Anwendungen</li> <li>• Analyse der Triebwerks-Komponenten mittels gasdynamischer Beschreibung</li> <li>• Detailauslegung der Triebwerkskomponenten (Schaufelprofile, Drallerzeuger, Belochung, Einlauf- und Düsenkontur) mittels höherwertiger Verfahren (CFD, FEM)</li> <li>• Auslegung eines Gesamttriebwerks innerhalb einer Projektgruppe</li> </ul>   |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
|                                   | 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. |
| <i>Prüfung</i>                    | Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung  |
| <i>Literaturhinweise/Skripten</i> | <ul style="list-style-type: none"><li>• W. Bräunling, Flugzeugtriebwerke, Springer, 2004.</li><li>• Rick, H, Gasturbinen und Flugantriebe, Springer, 2013</li><li>• Eigene Lehrmaterialien zum Download</li></ul>    |
| <i>Stand: 30.06.2021</i>          |  |



## LRM 2.3 Flugbetriebsmanagement

|  |   |
|--|---|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Flugbetriebsmanagement</b>   |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Aircraft Operations and Airline Management  |
| <i>Fachgruppe</i>  | Regelungstechnik  |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>LRM 2.3</b>  |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr.-Ing. Alexander Knoll  |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | N.N.  |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch   |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (SoSe)   |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Wahlpflichtmodul LRM  |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Seminaristischer Unterricht, 4 SWS  |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h  |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS  |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   | Flugmechanik, Flugleistungsberechnung und Grundlagen der Betriebswirtschaft   |
| <i>Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)</i>  | <p>Fachliche Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Anforderungen, Zielsetzungen und Besonderheiten der beteiligten Marktteilnehmer und Institutionen im Rahmen des kommerziellen Betriebs von Flugzeugen</li> <li>• Die Studierenden verstehen dabei die besonderen Aspekte der Sicherheit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit, einer Fluggesellschaft</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Ziele und Anforderungen von Flughäfen und der Flugsicherung insbesondere im Hinblick auf Umweltverträglichkeit und Lärmvermeidung.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, den Betrieb von Flugzeugen als zentrales Element in das komplexe kybernetische System Luftfahrt einzuordnen</li> <li>• Die Studierenden können selbständig methodische Lösungsansätze zur Optimierung des Flugbetriebs unter Berücksichtigung realer Einschränkungen entwickeln.</li> </ul> <p>Überfachliche Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis des Zusammenhangs von Sicherheit, Ökonomie und Ökologie</li> <li>• Betriebswirtschaftliche Unternehmensführung</li> </ul> |
| <i>Inhalt</i>  | <p>Die Lehrveranstaltung umfasst folgende Elemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminaristischen Unterricht durch den hauptsächlichen Dozent*innen</li> <li>• Beiträge zu speziellen Themen durch externe Experten/Vertreter der entsprechenden Unternehmen bzw.</li> </ul>  |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | <p>Institutionen</p> <p>Im Einzelnen werden folgende Inhalte vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Besonderheiten der Teilnehmer im Luftverkehr, Schwerpunkt Fluggesellschaften</li> <li>• Verschiedene Geschäftsmodelle und deren Besonderheiten (z.B. Passagier-, Charter-, Fracht- und Geschäftsreiseverkehr)</li> <li>• Wirtschaftliche Kenngrößen, Kostenmodelle zur Abbildung des Flugbetriebs</li> <li>• Netzplanung und Netzmanagement</li> <li>• Erlössteuerung: Yield Management und Pricing</li> <li>• Kooperationen und Allianzen</li> <li>• Auswahl und Finanzierung des Fluggeräts</li> <li>• Organisation und Durchführung der Wartung Organisation und Durchführung des Flugbetriebs</li> <li>• Flugverkehr aus Sicht anderer Beteiligter (z.B. Flugsicherung, Flughäfen, Bodendienstleister, Catering- und Logistikunternehmen)</li> </ul> |
| <i>Prüfung</i>                    | <p>Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung</p>  |
| <i>Literaturhinweise/Skripten</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Pompl, Luftverkehr: Eine ökonomische und politische Einführung, Springer, 2007</li> <li>• J. G. Wensveen, Air Transportation: A Management Perspective, Ashgate Publishing Limited, 2011</li> <li>• P. Belobaba, A. Odoni, C. Barnhart (Eds.), The Global Airline Industry, John Wiley &amp; Sons, 2009</li> </ul> <p>Eigene Lehrmaterialien zum Download</p>   |
| <p><i>Stand: 30.06.2021</i></p>   |   |

## LRM 2.4 Versuch und Zulassung von Flugzeugen und Triebwerken

|  |   |
|--|---|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Versuch und Zulassung von Flugzeugen und Triebwerken</b>   |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Aircraft & Propulsion Systems Testing and Certification   |
| <i>Fachgruppe</i>  | Thermodynamik   |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>LRM 2.4</b>  |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr.-Ing. Björn Kniesner   |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | N.N.  |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch   |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)   |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Wahlpflichtmodul LRM  |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Seminaristischer Unterricht, 4 SWS  |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h  |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS  |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   | Thermodynamik, Flugantriebe, Aerodynamik, Flugmechanik, Messtechnik   |
| <i>Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Bedeutung von Erprobung und Test im Entwicklungsprozess eines Luftfahrzeugs.</li> <li>• Sie können im Test ermittelte Leistungsdaten und Kennlinien interpretieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, wissenschaftliche Methoden der Flugzeug- und Triebwerkserprobung sicher anzuwenden.</li> <li>• Sie kennen die Bestimmungen nach den Certification Specifications der EASA und der FAA.</li> </ul> |
| <i>Inhalt</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Certification Specifications der EASA und der FAA</li> <li>• Theoretische Verfahren zur Auswertung und Umsetzung von Flug- und Triebwerksmessdaten</li> <li>• Nachweisführung für die Einhaltung von Flugzeug- oder Triebwerksbauvorschriften</li> <li>• Einführung in das Thema der Qualitätssicherung</li> </ul>   |
| <i>Prüfung</i>   | Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung   |
| <i>Literaturhinweise/Skripten</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Bräunling, Flugzeugtriebwerke, Springer, 2004.</li> </ul> Eigene Lehrmaterialien zum Download   |
| <i>Stand: 30.06.2021</i>   |   |

## LRM 2.5 Höhere Aerodynamik

|  |  |
|--|--|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Höhere Aerodynamik</b>  |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Advanced Aerodynamics  |
| <i>Fachgruppe</i>  | Strömungsmechanik  |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>LRM 2.5</b>   |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr.-Ing. Björn Kniesner  |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | N.N.   |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch  |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)  |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Wahlpflichtmodul LRM   |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Seminaristischer Unterricht, 4 SWS   |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium: 45h - Eigenstudium: 135h   |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS   |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   | Differenzial- und Integralrechnung, Aerodynamik, Fluidmechanik, Thermodynamik  |
| <i>Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die gängigen numerischen Verfahren und können sie sicher und korrekt anwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Bedeutung der Aerodynamik für die Wirtschaftlichkeit, den Ressourcenverbrauch und die Umweltbelastung.</li> </ul> |
| <i>Inhalt</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung der Potentialtheorie</li> <li>• Methode der Charakteristiken</li> <li>• Dreidimensionale kompressible Strömungen</li> <li>• Instationäre Strömungen</li> <li>• Viskose Effekte in Hyperschallströmungen</li> </ul>   |
| <i>Prüfung</i>   | Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung  |
| <i>Literaturhinweise/Skripten</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anderson, Fundamentals of Aerodynamics, Mc Graw Hill, 1991</li> </ul>   |

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

Stand: 30.06.2021

## LRM 2.6 Antriebssysteme für Raumfahrzeuge

|  |  |
|--|--|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Antriebssysteme für Raumfahrzeuge</b>   |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Space Launch and Satellite Propulsion Systems  |
| <i>Fachgruppe</i>  | Strömungsmechanik  |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>LRM 2.6</b>   |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr.-Ing. Peter Schiebener  |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | N. N.  |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch  |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)  |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Wahlpflichtmodul LRM   |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Seminaristischer Unterricht, 4 SWS   |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h   |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS   |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   | Strömungsmechanik, Thermodynamik, Dynamik, Konstruktion  |
| <i>Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlangen Einblick in Aufbau und Funktion von Raumfahrtantrieben für Träger, Satelliten und Sonden</li> <li>• Sie kennen die Funktionsweisen sowie die damit verbundenen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Triebwerkstypen und sind in der Lage, sie verschiedenen Missionsanforderungen zuzuordnen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Düsenströmungen und die daraus resultierenden Schübe zu berechnen und verstehen die Zusammenhänge der ausschlaggebenden Parameter und Kennzahlen.</li> <li>• Die Studierenden sind fähig, Antriebsbedarf und Treibstoffverbrauch eines chemischen oder nichtchemischen Antriebs sowie deren Optimierung mittels Stufung oder Manöver zu berechnen.</li> <li>• Sie kennen den Aufbau der Atmosphäre sowie übliche Standardmodelle und begreifen die Auswirkungen auf Trajektorien von Trägersystemen.</li> <li>• Sie beherrschen das Zweikörperproblem und können Raumflugbahnen auslegen sowie energetisch günstige Bahnänderungen berechnen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten derzeitigen Raumtransportsysteme sowie die entsprechenden Standardorbits.</li> <li>• Sie verstehen die Zusammenhänge und Einflüsse der unterschiedlichen Parameter für den Wiedereintritt von Raumkapseln.</li> </ul> |
| <i>Inhalt</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isentrope Düsenströmung, Impulssatz und Schubgleichung, Zweiphasenthermodynamik und Thermodynamik</li> </ul>  |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
|                                   | <p>überkritischer Fluide,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trägerantriebe: Kraftstoffklassifizierung, Eigenschaften und Handling von LH2 und LOx, Funktion und Bauformen von Flüssigkeitstriebwerken und Feststofftriebwerken sowie Grundstufen- und Oberstufentriebwerken.</li> <li>• Satellitenantriebe: Kraftstoffklassifizierung, Eigenschaften und Handling Treibstoffen, Funktion und Bauformen von Satellittriebwerken zum Bahntransfer und zur Bahn- und Lageregelung, Bewegungs- und Lageregelungsdynamik, Missionsanalyse, Bauelemente von Satellitenantriebssystemen, Systemauslegung von Einstoff- und Zweistoffsystemen.</li> <li>• Nichtchemische Antriebe:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elektrische Raumfahrtantriebe                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elektrothermische Antriebe</li> <li>▪ Elektromagnetische Antriebe</li> <li>▪ Elektrostatische Antriebe</li> </ul> </li> <li>○ Nukleare Raumfahrtantriebe                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Isotopenantriebe</li> <li>▪ Festkernreaktoren</li> <li>▪ Flüssig- und Gaskernreaktoren</li> </ul> </li> <li>○ Solare Raumfahrtantriebe                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solarthermische Antriebe</li> <li>▪ Solarelektrische Antriebe</li> <li>▪ Sonnensegel</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Laserantriebe</li> </ul> |
| <i>Prüfung</i>                    | Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung  |
| <i>Literaturhinweise/Skripten</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sutton, Biblarz, Rocket Propulsion Elements, Wiley</li> <li>• Ward, Aerospace Propulsion Systems, Wiley</li> <li>• Fortescue, Stark, Swinerd, Spacecraft Systems Engineering, Wiley</li> <li>• Sforza, Theory of Aerospace Propulsion, Elsevier</li> <li>• Skripten der Dozent*innen</li> </ul>   |
| <i>Stand: 30.06.2021</i>          |  |

## LRM 2.7 Raumfahrtssystementwurf

|  |   |
|--|---|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Raumfahrtssystementwurf</b>  |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Spacecraft System Design  |
| <i>Fachgruppe</i>  | Konstruktion  |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>LRM 2.7</b>  |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr.-Ing. Markus Pietras   |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | N.N.  |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch   |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (WiSe)   |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Wahlpflichtmodul LRM  |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Seminaristischer Unterricht, 4 SWS  |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium: 45 h - Eigenstudium: 135 h  |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS  |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   | Technische Mechanik, Thermodynamik, Konstruktion  |
| <i>Lernziele (Fertigkeiten und Kompetenzen)</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Missionsziele analysieren und entsprechende Raumfahrtssysteme auslegen und entwerfen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen Auslegungsmethodik und Designprozesse von Raumfahrtssystemen und deren Subsystemen.</li> <li>• Sie kennen die Funktionen und Charakteristiken verschiedenerer Subsysteme sowie technologische Designalternativen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Systemanforderungen zu Formulieren und daraus Anforderungsspezifikationen für einzelne Baugruppen abzuleiten.</li> <li>• Sie verstehen die Methodik zur Verifikation von Anforderungen und kennen grundlegende Testprozesse für Funktions- und Qualifikationstests, Umweltkompatibilitätstest und Modellverifizierungen auf verschiedenen Systemebenen.</li> <li>• Sie können mit den in der Raumfahrttechnik üblichen Standards (z.B. ECSS und NASA-STD) umgehen.</li> </ul> |
| <i>Inhalt</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektphasen und Meilensteine in Raumfahrtssystementwicklungen.</li> <li>• Raumfahrtssysteme und deren Subsystems</li> <li>• Systemdesign und Designprozesse.</li> <li>• Missionsanalyse und Systemauslegung.</li> <li>• Konstruktive Gestaltung von Strukturen, Mechanismen sowie Methoden zur Thermalkontrolle.</li> <li>• Ableitung und Analyse von Lasten auf System- und</li> </ul>  |



|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | <p>Subsystemebene.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden der Anforderungsverifikation</li> <li>• Test und Analysemethoden zur Qualifikation von Raumfahrtssystemen</li> </ul>   |
| <i>Prüfung</i>                    | Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung   |
| <i>Literaturhinweise/Skripten</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wertz et al. "Space Mission Engineering"</li> <li>• Thomas P. Sarafin "Spacecraft Structures and Mechanisms from Concept to Launch"</li> <li>• P. Fortescue et al. "Spacecraft Systems Engineering"</li> <li>• V.L. Pisacane, R.C.Moore (eds.) "Fundamentals of Space Systems"</li> <li>• Eigene Lehrmaterialien zum Download</li> </ul> |
| <i>Stand: 30.06.2021</i>          |   |

## MBM 2.8 Projektarbeit

|  |  |
|--|--|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Projektarbeit</b>   |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Independent Study  |
| <i>Fachgruppe</i>  | Alle   |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>MBM 2.8</b>   |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr. Frank Palme  |
| <i>Weitere Dozent*innen</i>  | N.N.   |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch  |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (WiSe/SoSe)   |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Wahlpflichtmodul MBM, FAM, LRM, FEM, TBM, abhängig von der Aufgabenstellung auch Hochschulzertifikat „Nachhaltiges Denken, verantwortliches Handeln“   |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Selbstständige Arbeit  |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium/Eigenstudium: 45 Std. / 135 Std.  |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS   |
| <i>Empfohlene Voraussetzungen</i>  | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen des Bachelorstudiums   |
| <i>Lernziele (Fähigkeiten und Kompetenzen)</i>   | <p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Kenntnisse über den Ablauf und die Methoden zur Planung, Steuerung und Validierung von Projekten</li> <li>• üben interdisziplinäre Teamfähigkeit, Systemdenken und soziale Kompetenz</li> <li>• erfahren, erkennen und steuern gruppendynamische Prozesse</li> <li>• sind in der Lage, eine Aufgabenstellung in kleinen Gruppen selbständig zu analysieren, zu strukturieren sowie praxisingerecht in Arbeitspaketen zu lösen</li> <li>• entwickeln die Kompetenz, Verantwortung und Initiative im Team zu übernehmen und andere zu motivieren</li> <li>• sind auf diese Weise in der Lage, Wissen, Fähigkeiten und Kompetenzen in Teamarbeit selbständig zu erarbeiten</li> <li>• erkennen dabei mögliche Problemsituationen (z.B. mangelnde Abstimmung, Verzögerungen) und entwickeln passende Lösungsstrategien</li> </ul> |

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
|                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, das Erarbeitete zu dokumentieren und anderen zu präsentieren.</li> </ul>  |
| <i>Inhalt</i>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition der Projektziele, Festlegung der Anforderungen, Erstellung von Teamkommunikationsstrukturen</li> <li>• Strukturierung der Projekthinhalte unter technischen, kausalen und zeitlichen Aspekten</li> <li>• Einrichten von Arbeitspaketen und Festlegen von Verantwortlichkeiten unter den Teammitgliedern</li> <li>• Erstellung des Projektplans (Teilaufgaben, Arbeitspakete, Zeitplan, Meilensteine, etc.)</li> <li>• Beschaffung und Auswertung von Informationen (z.B. Recherche zu benötigten Projektdaten, Stand der Technik)</li> <li>• Erarbeitung, Bewertung, Auswahl und Realisierung von Lösungen (z.B. Anfertigen von Konstruktionen, Simulationen, Erstellen von Aufbauten, Durchführen von Versuchen bzw. Missionen)</li> <li>• Erstellen eines Abschlussberichts zur Dokumentation von Konzeption, Ausführung und Ergebnissen mit Präsentation</li> </ul> |
| <i>Prüfung</i>                   | Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung  |
| <i>Literaturhinweise/Skripte</i> | <p>Hering, E.: Projektmanagement für Ingenieure. Springer, Wiesbaden (2014)</p> <p>Kunow, A.: Projektmanagement und Technisches Coaching. Hüthig (2005)</p> <p>International Council on Systems Engineering (INCOSE): Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities. Wiley, Hoboken (2015)</p>  |
| <i>Stand: 30.06.2021</i>         |  |

## TBM 2.4 Strukturdynamik

|  |   |
|--|---|
| <i>Modulbezeichnung</i>  | <b>Strukturdynamik</b>  |
| <i>engl. Modulbezeichnung</i>  | Structural Dynamics   |
| <i>Fachgruppe</i>  | Mechanik  |
| <i>Lfd. Nr.</i>  | <b>TBM 2.4</b>  |
| <i>Modulverantwortliche*r</i>  | Prof. Dr.-Ing. Johannes Wanderinger   |
| <i>weitere Dozent*innen</i>  | N.N.  |
| <i>Sprache</i>   | Deutsch   |
| <i>Zuordnung zum Curriculum (Turnus)</i>   | Master LRM, 1./2. Semester (SoSe)   |
| <i>Verwendbarkeit im weiteren Studienablauf / in anderen Studiengängen / in Zertifikaten</i> | Wahlpflichtmodul TBM, MBM, LRM  |
| <i>Art der Lehrveranstaltung, SWS</i>  | Seminaristischer Unterricht, 4 SWS  |
| <i>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</i>   | Präsenzstudium: 45h - Eigenstudium: 135h  |
| <i>Kreditpunkte</i>  | 6 ECTS  |
| <i>Vorausgesetzte Kenntnisse</i>   | Mathematik, Technische Mechanik, FEM für statische Analysen linear-elastischer Strukturen, Grundkenntnisse in der Programmierung mit Matlab oder GNU/Octave   |
| <i>Lernziele (Fähigkeiten und Kompetenzen)</i>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Methoden zur Beschreibung von zufallserregten Schwingungen. Sie können Zeitreihen mit Hilfe von Matlab/Octave auswerten und die Ergebnisse korrekt interpretieren.</li> <li>• Die Studierenden können die klassischen Methoden zur numerischen Berechnung von Übertragungsfunktionen sicher anwenden, die Ergebnisse korrekt interpretieren sowie die Fehlereinflüsse abschätzen.</li> <li>• Die Studierenden kennen den Einfluss von Vibrationen auf Komfort, Arbeitssicherheit und Lärmemissionen.</li> </ul> |
| <i>Inhalt</i>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifikation von dynamischen Lasten</li> <li>• Impulsantwort, Fourier-Transformation und Übertragungsfunktionen</li> <li>• Stochastische Prozesse, Leistungs- und Kreuzleistungsdichtespektren</li> <li>• Numerische Zeitreihenanalyse mit GNU/Octave</li> <li>• Schwingungseigenschaften kontinuierlicher Systeme und ihre Approximation durch diskrete Modelle</li> <li>• Klassische Berechnungsverfahren der Strukturdynamik: Modalanalyse, Frequenzganganalyse, Transiente</li> </ul>  |

|                            |  |
|----------------------------|--|
|                            | <p>Analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterte modale Reduktion: Fehleranalyse, modale statische Dehnungsenergien, modale effektive Massen</li> <li>• Teilstrukturen: statische Reduktion und Craig-Bampton-Methode</li> <li>• Modellbewertung</li> <li>• Dämpfungsmodelle: viskose Dämpfung, Strukturdämpfung, Rayleigh-Dämpfung, Näherungscharakter der Dämpfungsmodelle</li> </ul> <p>Übungsaufgaben und die Studienarbeit werden mit dem selbst entwickelten, auf GNU/Octave basierenden Programmbaukasten Mefisto durchgeführt.</p>   |
| Prüfung                    | <p>Prüfung gemäß Studien- und Prüfungsordnung sowie Studienplan, zugelassene Hilfsmittel gemäß Prüfungsankündigung</p>   |
| Literaturhinweise/Skripten | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knaebel, Jäger, Mastel, <i>Technische Schwingungslehre</i>, Springer 2009</li> <li>• Föllinger, <i>Laplace-, Fourier- und z-Transformation</i>, VDE-Verlag 2011</li> <li>• Clough, Penzien, <i>Dynamics of Structures</i>, Computers &amp; Structures 2003</li> <li>• Gasch, Knothe, Liebich, <i>Strukturdynamik</i>, Springer 2012</li> <li>• Freymann, <i>Strukturdynamik – Ein anwendungsorientiertes Lehrbuch</i>, Springer 2011</li> <li>• Craig, Kurdila, <i>Fundamentals of Structural Dynamics</i>, Wiley 2006</li> <li>• Craig, <i>Structural Dynamics – An Introduction to Computer Methods</i>, Wiley 1981</li> <li>• Wang, Wang, <i>Structural Vibration: Exact Solutions for Strings, Membranes, Beams, and Plates</i>, CRC Press 2013</li> <li>• Adhikari, <i>Structural Dynamic Analysis with Generalized Damping Models: Analysis</i>, John Wiley &amp; Sons 2013</li> <li>• Bathe, <i>Finite Element Procedures</i>, Prentice Hall 1996</li> <li>• Bendat, Piersol, <i>Random Data: Analysis and Measurement Procedures</i>, Wiley 2010</li> <li>• Brandt, <i>Noise and Vibration Analysis: Signal Analysis and Experimental Procedures</i>, Wiley 2011</li> <li>• Natke, <i>Einführung in Theorie und Praxis der Zeitreihen und Modalanalyse</i>, Vieweg 1992</li> <li>• Saad, <i>Numerical Methods for Large Eigenvalue Problems</i>, SIAM 2011</li> <li>• Wilkinson, <i>The Algebraic Eigenvalue Problem</i>, Oxford 1988</li> <li>• Eigene Lehrmaterialien zum Download</li> </ul> |
| 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.