

## **Prüfungsordnung**

### **für den Masterstudiengang Luft- und Raumfahrttechnik**

### **der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen**

**vom 30.03.2011<sup>1</sup>**

**in der Fassung der ersten Ordnung zur Änderung der Prüfungsordnung**

**vom 19.12.2013**

**veröffentlicht als Gesamtfassung**

Aufgrund der §§ 2 Abs. 4, 64 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG) vom 31. Oktober 2006 (GV. NRW S.474), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Anerkennungsgesetzes Nordrhein-Westfalen vom 28. Mai 2013 (GV. NRW S. 271), hat die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH) folgende Prüfungsordnung erlassen:

---

<sup>1</sup> Amtliche Bekanntmachung der RWTH Aachen Nr. 2011/037

## Inhaltsübersicht

### I. Allgemeines

- § 1 Geltungsbereich und akademischer Grad
- § 2 Ziel des Studiums und Sprachenregelung
- § 3 Zugangsvoraussetzungen
- § 4 Regelstudienzeit, Studienumfang und Leistungspunkte
- § 5 Anmeldung und Zugang zu Lehrveranstaltungen
- § 5a Anwesenheitspflicht in Lehrveranstaltungen
- § 6 Prüfungen und Prüfungsfristen
- § 7 Formen der Prüfungen
- § 8 Zusätzliche Module
- § 9 Bewertung der Prüfungsleistungen und Bildung der Noten
- § 10 Prüfungsausschuss
- § 11 Prüfende und Beisitzende
- § 12 Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen und Einstufung in höhere Fachsemester
- § 13 Wiederholung von Prüfungen, der Masterarbeit und Verfall des Prüfungsanspruchs
- § 14 Abmeldung, Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß

### II. Masterprüfung und Masterarbeit

- § 15 Art und Umfang der Masterprüfung
- § 16 Masterarbeit
- § 17 Annahme und Bewertung der Masterarbeit
- § 18 Bestehen der Masterprüfung

### III. Schlussbestimmungen

- § 19 Zeugnis, Urkunde und Bescheinigungen
- § 20 Ungültigkeit der Masterprüfung, Aberkennung des akademischen Grades
- § 21 Einsicht in die Prüfungsakten
- § 22 Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen

### Anlagen:

1. Modulkatalog
2. Studienverlaufsplan

### Anhang:

Glossar

## I. Allgemeines

### § 1

#### Geltungsbereich und akademischer Grad

- (1) Diese Prüfungsordnung gilt für den Masterstudiengang Luft- und Raumfahrttechnik.
- (2) Bei erfolgreichem Abschluss des Masterstudiums verleiht die Fakultät für Maschinenwesen den akademischen Grad eines Master of Science RWTH Aachen University (M.Sc. RWTH).

### § 2

#### Ziel des Studiums und Sprachenregelung

- (1) Im Masterstudiengang Luft- und Raumfahrttechnik werden die im Bachelorstudiengang erworbenen Kenntnisse so verbreitert und vertieft, dass die Absolventin bzw. der Absolvent zur Behandlung komplexer Fragestellungen und insbesondere zur selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit befähigt wird.
- (2) Bei dem Masterstudiengang handelt es sich um einen konsekutiven Masterstudiengang.
- (3) Das Studium findet in deutscher Sprache statt, einzelne Lehrveranstaltungen finden in englischer Sprache statt.
- (4) Die Masterarbeit kann wahlweise in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden.

### § 3

#### Zugangsvoraussetzungen

- (1) Zugangsvoraussetzung ist ein anerkannter erster Hochschulabschluss, durch den die fachliche Vorbildung für den Masterstudiengang nachgewiesen wird. Anerkannt sind Hochschulabschlüsse, die durch eine zuständige staatliche Stelle des Staates, in dem die Hochschule ihren Sitz hat, genehmigt oder in einem staatlich anerkannten Verfahren akkreditiert worden sind.
- (2) Für die fachliche Vorbildung im Sinne des Absatzes 1 ist es erforderlich, dass die Studienbewerberin bzw. der Studienbewerber in den nachfolgend aufgeführten Bereichen über die für ein erfolgreiches Studium im Masterstudiengang Luft- und Raumfahrttechnik erforderlichen Kenntnisse verfügt:
  - Insgesamt 120 CP aus dem ingenieurwissenschaftlichen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich exklusive der berufspraktischen Tätigkeit
  - Diese 120 CP müssen den folgenden Grundlagenmodulen des Bachelorstudiengangs Maschinenbau der RWTH Aachen vergleichbare Leistungen im angegebenen Umfang beinhalten

| Modul        | CP |
|--------------|----|
| Mechanik I   | 18 |
| Mechanik II  |    |
| Mechanik III |    |

| Modul                         | CP |
|-------------------------------|----|
| Maschinengestaltung I         | 13 |
| CAD-Einführung                |    |
| Maschinengestaltung II        |    |
| Maschinengestaltung III       |    |
| Thermodynamik I               | 7  |
| Thermodynamik II              |    |
| Wärme- und Stoffübertragung I | 6  |
| Werkstoffkunde I              | 8  |
| Werkstoffkunde II             |    |
| Regelungstechnik              | 6  |
| Strömungsmechanik I           | 6  |
| Mathematik I                  | 17 |
| Mathematik II                 |    |
| Mathematik III                |    |

- (3) Der Prüfungsausschuss kann eine Zulassung mit der Auflage verbinden, bestimmte Kenntnisse bis zur Anmeldung der Masterarbeit nachzuweisen. Art und Umfang dieser Auflagen werden vom Prüfungsausschuss individuell auf Basis der im Rahmen des vorangegangenen Studienabschlusses absolvierten Studieninhalte festgelegt, dies geschieht in Absprache mit der Studienkoordinatorin bzw. dem Studienkoordinator bzw. der Fachstudienberaterin bzw. dem Fachstudienberater. Für Absolventen eines 6-semestrigen Bachelorstudiums legt der Prüfungsausschuss Leistungen im Umfang von mindestens 30 CP fest, die bis zur Anmeldung der Masterarbeit nachzuweisen sind. Sind aufgrund der Differenzen in den in Absatz 2 definierten fachlichen Grundlagen weitere Auflagen im Umfang von mehr als 30 CP notwendig, ist eine Zulassung zum Masterstudiengang Luft- und Raumfahrttechnik nicht möglich.
- (4) Für den Studiengang in deutscher Sprache ist die ausreichende Beherrschung der deutschen Sprache von den Studienbewerbern nachzuweisen, die Deutsch nicht als Muttersprache erlernt, die ihre Studienqualifikation nicht an einer deutschsprachigen Einrichtung erworben haben bzw. nach erfolgreichem Abschluss eines deutschsprachigen ersten Hochschulabschlusses, für den der Nachweis nicht Voraussetzung war. Es werden folgende Nachweise anerkannt:
- a) TestDaF (Niveaustufe 4 in allen vier Prüfungsbereichen),
  - b) Deutsche Sprachprüfung für den Hochschulzugang (DSH, Niveaustufe 2 oder 3),
  - c) Deutsches Sprachdiplom der Kultusministerkonferenz – Zweite Stufe (KMK II),
  - d) Kleines Deutsches Sprachdiplom (KDS), Großes Deutsches Sprachdiplom oder Zentrale Oberstufenprüfung (ZOP) des Goethe-Institutes,
  - e) Deutsche Sprachprüfung II des Sprachen- und Dolmetscher Institutes München.
- (5) Für den Zugang ist weiterhin der Nachweis der Ableistung einer berufspraktischen Tätigkeit erforderlich. Sofern die von dem Studienbewerber bzw. der Studienbewerberin erbrachte berufspraktische Tätigkeit hinsichtlich des Umfangs hinter der im Rahmen des Bachelorstudiengangs Maschinenbau der RWTH Aachen abzuleistenden berufspraktischen Tätigkeit zurückbleibt, kann der Prüfungsausschuss die Zulassung mit der Auflage verbinden, eine weitere, näher zu bestimmende berufspraktische Tätigkeit bis zur Anmeldung der Masterarbeit nachzuweisen.

- (6) Die Feststellung, ob die Zugangsvoraussetzungen erfüllt sind, trifft der Prüfungsausschuss in Absprache mit dem Studierendensekretariat, bei ausländischen Studienbewerberinnen bzw. -bewerbern in Absprache mit dem International Office.
- (7) Studienbewerberinnen und Studienbewerber, die schon einen Masterstudiengang an der RWTH oder an anderen Hochschulen studiert haben, müssen vor der Einschreibung bzw. bei der Umschreibung in diesen Studiengang beim hiesigen Prüfungsausschuss die Anrechnung bisher erbrachter positiver und negativer Prüfungsleistungen beantragen, um eingeschrieben bzw. umgeschrieben werden zu können.

#### **§ 4**

#### **Regelstudienzeit, Studienumfang und Leistungspunkte**

- (1) Die Regelstudienzeit beträgt einschließlich der Anfertigung der Masterarbeit drei Semester (eineinhalb Jahre). Das Studium kann in jedem Semester aufgenommen werden.
- (2) Das Studium ist modular aufgebaut. Die einzelnen Module beinhalten die Vermittlung bzw. Erarbeitung eines Stoffgebietes und der entsprechenden Kompetenzen. Eine Beurteilung der Studienergebnisse durch eine Prüfung oder eine andere Form der Bewertung muss vorgesehen werden. Das Studium enthält einschließlich des Moduls Masterarbeit insgesamt 8-16 Module. Alle Module sind im Modulkatalog definiert (s. Anlage 1). Im Studiengang Luft- und Raumfahrttechnik gibt es die Vertiefungen Luftfahrttechnik und Raumfahrttechnik. Die Studierenden müssen eine Vertiefung auswählen.
- (3) Die in den einzelnen Modulen erbrachten Prüfungsleistungen werden gemäß § 9 bewertet und gehen mit CP gewichtet in die Gesamtnote ein. CP werden nicht nur nach dem Umfang der Lehrveranstaltung vergeben, sondern umfassen den durch ein Modul verursachten Zeitaufwand der Studierenden für Vorbereitung, Nacharbeit und Prüfungen (Selbststudium). Ein CP entspricht dem geschätzten Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden. Ein Semester umfasst in der Regel 30 CP, der Masterstudiengang umfasst daher insgesamt 90 CP.
- (4) Der Studienumfang beläuft sich zuzüglich der Masterarbeit auf 30-60 Semesterwochenstunden (Kontaktzeit in SWS). Eine SWS entspricht einer 45-minütigen Lehrveranstaltung pro Woche während der gesamten Vorlesungszeit eines Semesters. Die angegebenen SWS beziehen sich auf die reine Dauer der Veranstaltungen. Darüber hinaus sind Zeiten zur Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen aufzubringen. Diese Zeiten gehen gemäß Absatz 3 in die Zuweisung der entsprechenden CP-Anzahl ein.
- (5) Die RWTH stellt durch ihr Lehrangebot sicher, dass die Regelstudienzeit eingehalten werden kann, dass insbesondere die für einen Studienabschluss erforderlichen Module und die zugehörigen Prüfungen sowie die Masterarbeit im vorgesehenen Umfang und innerhalb der vorgesehenen Fristen absolviert werden können.

#### **§ 5**

#### **Anmeldung und Zugang zu Lehrveranstaltungen**

- (1) Die Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs Luft- und Raumfahrttechnik stehen den für diesen Studiengang eingeschriebenen oder als Zweithörerinnen bzw. Zweithörer zugelassenen Studierenden sowie grundsätzlich Studierenden anderer Studiengänge und Gasthörerinnen und Gasthörern der RWTH zur Teilnahme offen. Für jede Lehrveranstaltung ist eine Anmeldung über ein modulares Anmeldeverfahren erforderlich. Anmeldefrist und Anmeldeverfahren werden im CAMPUS-Informationssystem rechtzeitig bekannt gegeben. Eine Orientierungsabmeldung von einer Lehrveranstaltung, die über ein Semester läuft, ist bis zum letzten

Freitag im Mai bzw. November möglich (Orientierungsphase). Abweichend davon ist bei Blockveranstaltungen eine Abmeldung bis einen Tag vor dem ersten Veranstaltungstag möglich.

- (2) Machen es der angestrebte Studienerfolg, die für eine Lehrveranstaltung vorgesehene Vermittlungsform, Forschungsbelange oder die verfügbare Kapazität an Lehr- und Betreuungspersonal erforderlich, die Teilnehmerzahl einer Lehrveranstaltung zu begrenzen, so erfolgt dies nach Maßgabe des § 59 Abs. 2 HG. Dabei sind Studierende, die im Rahmen ihres Studiengangs auf den Besuch einer Lehrveranstaltung angewiesen sind vorrangig zu berücksichtigen (semesterfixierte Pflichtleistung bzw. Wahlpflichtleistung). Als weitere Kriterien werden in der nachfolgenden Reihenfolge gesetzt: Die semestervariable Pflichtleistung bzw. Wahlpflichtleistung, die Wahlleistung (§ 6 Abs. 1) und die freiwillige Zusatzleistung (gemäß § 8 Abs. 1) und der freie Zugang (Absatz 1).

### **§ 5a**

#### **Anwesenheitspflicht in Lehrveranstaltungen**

- (1) In Lehrveranstaltungen kann die Anwesenheit der Studierenden verpflichtend vorgesehen werden, wenn das Lernziel nicht ohne aktive Beteiligung der Studierenden in der Lehrveranstaltung erreicht werden kann.
- (2) Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs Luft- und Raumfahrttechnik in denen Anwesenheit vorgesehen werden kann, sind ausschließlich Veranstaltungen des folgenden Typs:
1. Übungen
  2. Seminare und Proseminare
  3. Kolloquien,
  4. (Labor)praktika
  5. Exkursionen
  6. Projekte
  7. Planspiel
- (3) Die Veranstaltungen für die Anwesenheit nach Absatz 1 erforderlich ist, werden im Modulhandbuch (Anhang 2) gekennzeichnet.
- (4) Die Anzahl der Fehltermine richtet sich nach der Veranstaltung. Je Veranstaltungsinhalt kann sie zwischen 10 und 30 % der angesetzten Kontaktzeit umfassen. Inbegriffen sind hier auch durch Attest entschuldigte Fehlzeiten. In der Regel beträgt die zulässige Fehlzeit zwei Termine bei einer Veranstaltung im Umfang von 2 SWS.
- (5) Überschreitet die Fehlzeit den angesetzten Umfang, so können in Rücksprache mit der Dozentin bzw. dem Dozenten Ersatzleistungen vereinbart werden, um das Lernziel dennoch zu erreichen.
- (6) Die Anzahl der zulässigen Fehltermine nach Absatz 4 sowie die Zulässigkeit und Form etwaiger Ersatzleistungen nach Absatz 5 gibt die Dozentin bzw. der Dozent spätestens zu Veranstaltungsbeginn bekannt.

## **§ 6**

### **Prüfungen und Prüfungsfristen**

- (1) Die Gesamtheit der Masterprüfung besteht aus den Prüfungsleistungen zu den einzelnen Modulen sowie der Masterarbeit. Die Prüfungen und die Masterarbeit werden studienbegleitend abgelegt und sollen innerhalb der festgelegten Regelstudienzeit abgeschlossen sein. Während der Prüfung müssen die Studierenden eingeschrieben sein. Die Module innerhalb des Curriculums gliedern sich in Pflicht- und Wahlpflichtmodule sowie ggfs. Wahlmodule. Pflichtmodule sind verbindlich vorgegeben. Wahlpflichtmodule gestatten eine Auswahl aus einer vorgegebenen Aufstellung alternativer Module durch die Studierenden. Darüber hinaus kann ein definierter Wahlbereich vorgesehen werden, aus dem von den Studierenden frei gewählt werden kann. Dieser Wahlbereich ist nicht mit den in § 8 genannten Zusatzmodulen gleichzusetzen. Zusatzmodule stellen Module dar, die im Studienplan nicht vorgesehen sind, sondern von den Studierenden zusätzlich – auf freiwilliger Basis – belegt werden.
- (2) Für den Besuch von Lehrveranstaltungen ist eine modulare Anmeldung erforderlich. Mit der Anmeldung zur Lehrveranstaltung in Pflichtmodulen und Wahlpflichtmodulen ist eine automatisierte Folgeanmeldung zu der dazugehörigen Prüfung möglich. Diese Folgeanmeldung erfolgt automatisch zum 1.12. für das Wintersemester bzw. 1.6. für das Sommersemester des jeweiligen Jahres. § 5 Abs. 1 bleibt davon unbenommen.
- (3) Die Studierenden sollen die Lehrveranstaltungen zu dem im Studienplan vorgesehenen Zeitpunkt besuchen. Die genauen An- und Abmeldeverfahren werden im CAMPUS-Informationssystem bekannt gegeben.
- (4) Der Prüfungsausschuss sorgt dafür, dass in jedem Prüfungszeitraum zu den zur Masterprüfung gehörenden Fächern des jeweiligen Semesters Prüfungen erbracht werden können. In den Fächern sind mindestens zwei Prüfungstermine pro Jahr anzubieten, im Falle von Klausuren sind diese zu Vorlesungsbeginn anzukündigen.
- (5) Die gesetzlichen Mutterschutzfristen, die Fristen der Elternzeit und die Ausfallzeiten aufgrund der Pflege und Erziehung von Kindern im Sinne des § 25 Abs. 5 Bundesausbildungsförderungsgesetz sowie aufgrund der Pflege der Ehegattin bzw. des Ehegatten, der eingetragenen Lebenspartnerin bzw. des eingetragenen Lebenspartners oder einen in gerader Linie Verwandten oder ersten Grades Verschwägerten sind zu berücksichtigen.
- (6) Macht die Kandidatin bzw. der Kandidat durch ein ärztliches Zeugnis glaubhaft, dass sie bzw. er wegen länger andauernder oder ständiger körperlicher Behinderung oder chronischer Krankheit nicht in der Lage ist, eine Prüfung ganz oder teilweise in der vorgesehenen Form abzulegen, hat die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin bzw. dem Kandidaten zu gestatten, gleichwertige Prüfungsleistungen in einer anderen Form zu erbringen. Bei der Festlegung von Pflichtpraktika bzw. verpflichtenden Auslandsaufenthalten sind Ersatzleistungen zu gestatten, wenn diese aufgrund der Beeinträchtigung auch mit Unterstützung durch die Hochschule nicht nachgewiesen werden können.
- (7) Beurlaubte Studierende sind nicht berechtigt, an der RWTH Leistungsnachweise zu erwerben oder Prüfungen abzulegen. Dies gilt nicht für die Wiederholung von nicht bestandenem Prüfungen und für Leistungsnachweise (Erfahrungsberichte) für das Auslands- oder Praxissemester selbst. Außerdem gilt dies nicht, wenn die Beurlaubung aufgrund der Pflege und Erziehung von Kindern im Sinne des § 25 Abs. 5 Bundesausbildungsförderungsgesetz sowie aufgrund der Pflege der Ehegattin bzw. des Ehegatten, der eingetragenen Lebenspartnerin bzw. des eingetragenen Lebenspartners oder eines in gerader Linie Verwandten oder im ersten Grad Verschwägerten erfolgt.

## § 7 Formen der Prüfungen

- (1) Eine Prüfung ist im Regelfall eine Klausurarbeit oder eine mündliche Prüfung. Prüfungen können aber auch in Form eines Referates, einer Hausarbeit, einer Studienarbeit, einer Projektarbeit oder eines Kolloquiums erbracht werden. Im Rahmen eines Moduls kann die Vorlage von Teilnahmenachweisen sowie Leistungsnachweisen verlangt werden. Ein Leistungs- oder Teilnahmenachweis kann als Zulassungsvoraussetzung für weitere zu erbringende Leistungen innerhalb eines Moduls definiert werden. Leistungsnachweise können in den gleichen Formen wie die Prüfungen erworben werden. Ein Teilnahmenachweis bescheinigt die aktive Teilnahme an einer Lehrveranstaltung.
- (2) Die endgültige Form der Prüfungen im Fall von alternativen Möglichkeiten nach Modulkatalog und die zugelassenen Hilfsmittel werden in der Regel zu Beginn der Lehrveranstaltung, spätestens bis vier Wochen vor dem Prüfungstermin bekannt gegeben. § 13 Abs. 5 bleibt davon unberührt. Ebenso ist mitzuteilen, wie die Einzelbewertung der Prüfungen in die Gesamtbewertung der Prüfung zu der Lehrveranstaltung einfließt.

Der Prüfungstermin und der Name der oder des Prüfenden müssen spätestens bis Mitte Mai bzw. Mitte November im CAMPUS-Informationssystem bekannt gegeben werden. Für mündliche Prüfungen kann auch ein Termin individuell vereinbart werden, der Name des Prüfers muss jedoch feststehen.

- (3) In den **mündlichen Prüfungen** soll die Kandidatin bzw. der Kandidat nachweisen, dass sie bzw. er die Zusammenhänge des Prüfungsgebietes erkennt und spezielle Fragestellungen in diese Zusammenhänge einzuordnen vermag. Durch die mündliche Prüfung soll ferner festgestellt werden, ob die Kandidatin bzw. der Kandidat über breites Grundlagenwissen verfügt. Mündliche Prüfungen werden entweder von mehreren Prüfenden (Kollegialprüfung) oder von einer bzw. einem Prüfenden in Gegenwart einer bzw. eines sachkundigen Beisitzenden als Gruppenprüfung mit nicht mehr als vier Kandidatinnen bzw. Kandidaten oder als Einzelprüfung abgelegt. Hierbei wird jede Kandidatin bzw. jeder Kandidat in einem Prüfungsfach bzw. Stoffgebiet grundsätzlich nur von einer Prüfenden bzw. einem Prüfenden geprüft. Vor der Festsetzung der Note gemäß § 9 Abs. 1 hat die bzw. der Prüfende die Beisitzende bzw. den Beisitzenden zu hören. Die wesentlichen Gegenstände und Ergebnisse der mündlichen Prüfung sind in einem Protokoll festzuhalten. Das Ergebnis der Prüfung ist der Kandidatin bzw. dem Kandidaten im Anschluss an die mündliche Prüfung bekannt zu geben. Die Dauer einer mündlichen Prüfung beträgt pro Kandidatin bzw. Kandidat mindestens 15 und höchstens 45 Minuten. Im Fall von mündlichen Ergänzungsprüfungen gemäß § 13 Abs. 2 ist die Bewertung durch eine Prüfende bzw. einen Prüfenden ausreichend. Im Rahmen einer Gruppenprüfung ist darauf zu achten, dass der gleiche Zeitrahmen pro Kandidatin bzw. Kandidat wie bei einer Einzelprüfung eingehalten wird.
- (4) Studierende, die sich in einem späteren Prüfungszeitraum der gleichen Prüfung unterziehen wollen, können nach Maßgabe der räumlichen Verhältnisse als Zuhörerinnen bzw. Zuhörer zugelassen werden, sofern die Kandidatin bzw. der Kandidat nicht widerspricht. Die Zulassung erstreckt sich nicht auf die Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses.
- (5) In den **Klausurarbeiten** soll die Kandidatin bzw. der Kandidat nachweisen, dass sie bzw. er in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln ein Problem mit den geläufigen Methoden des Faches erkennen und Wege zu einer Lösung finden kann. Die Dauer einer Klausur sollte sich an der folgenden Vorgabe orientieren:
  - Bei der Vergabe von 1 bis 3 CP: 1 bis 2 Zeitstunden
  - Bei der Vergabe von 4 bis 9 CP: 2 bis 3 Zeitstunden
  - Bei der Vergabe von 10 bis 15 CP: 3 bis 4 Zeitstunden
  - Bei der Vergabe von 16 oder mehr CP: 4 bis 5 Zeitstunden

Die genaue Prüfungsdauer ist im Modulkatalog angegeben. Eine Einlesezeit, die nicht in die Bearbeitungszeit eingeht, ist darüber hinaus möglich.

- (6) Im Rahmen von Klausuren können auch Multiple Choice Aufgaben gestellt werden. Einzelheiten der Bewertung sind § 9 Abs. 2 bis 3 zu entnehmen.
- (7) Jede Klausurarbeit ist von der bzw. dem Prüfenden zu bewerten. Wird eine Klausurarbeit gemäß § 13 Abs. 4 von zwei Prüfenden bewertet, so ergibt sich die Note der Klausurarbeit aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen. Die Prüfenden können fachlich geeigneten Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeitern, die einen entsprechenden Mastergrad oder einen vergleichbaren oder höherwertigen Abschluss haben, die Vorkorrektur der Klausurarbeit übertragen. Im Fall von mündlichen Ergänzungsprüfungen gemäß § 13 Abs. 2 ist die Bewertung durch eine Prüfende bzw. einen Prüfenden ausreichend.
- (8) Ein **Referat** ist ein Vortrag von mindestens 15 und höchstens 45 Minuten Dauer auf der Grundlage einer schriftlichen Ausarbeitung. Dabei sollen die Studierenden nachweisen, dass sie zur wissenschaftlichen Ausarbeitung eines Themas unter Berücksichtigung der Zusammenhänge des Faches in der Lage sind und die Ergebnisse mündlich vorstellen können.
- (9) Im Rahmen einer **schriftlichen Hausarbeit** wird eine Aufgabenstellung aus dem Bereich der Lehrveranstaltung ggf. unter Heranziehung der einschlägigen Literatur und weiterer geeigneter Hilfsmittel sachgemäß bearbeitet und geeigneten Lösungen zugeführt. Die Hilfsmittel werden zusammen mit der Aufgabenstellung bekannt gegeben. § 7 Abs. 7 Satz 2 gilt entsprechend.
- (10) In **schriftlichen Hausaufgaben**, die begleitend während des Semesters ausgegeben und bewertet werden, soll die bzw. der Studierende schrittweise auf nachfolgende Prüfungsleistungen vorbereitet werden. Bei diesen semesterbegleitenden Hausaufgaben besteht die Möglichkeit einer Anrechnung bis zu einem Umfang von 10 % auf eine nachfolgende abschließende Prüfungsleistung in der jeweiligen Lehrveranstaltung. Die Dozentin bzw. der Dozent gibt zu Beginn des Semesters, spätestens jedoch bis zum Termin der ersten Veranstaltung im Campus-System, die genauen Kriterien für den Erwerb von Bonuspunkten an.
- (11) Im Rahmen einer **Projektarbeit** wird selbstständig eine eng umrissene, wissenschaftliche Problemstellung unter Anleitung schriftlich dokumentiert.
- (12) Im Rahmen einer **Studienarbeit** bearbeiten die Studierenden eine Aufgabenstellung aus dem Bereich des Masterstudiengangs.
- (13) Prüfungen gemäß Absatz 8 bis 11 können auch als Gruppenleistung zugelassen werden, sofern eine individuelle Bewertung des Anteils eines jeden Gruppenmitglieds möglich ist.
- (14) Im **Kolloquium** sollen die Studierenden nachweisen, dass sie im Gespräch mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten mit der Prüferin bzw. dem Prüfer und weiteren Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Kolloquiums Zusammenhänge des Faches erkennen und spezielle Fragestellungen in diesem Zusammenhang einzuordnen vermögen. Das Kolloquium kann mit einem Referat gemäß Absatz 8 beginnen.
- (15) Im **Praktikum** sollen die Studierenden das selbstständige experimentelle Arbeiten, die Auswertung von Messdaten und die wissenschaftliche Darstellung der Messergebnisse erlernen. Als Prüfungsleistungen in den Praktika können das Fachwissen der Studierenden, das experimentelle Geschick und die Qualität der wissenschaftlichen Ausarbeitung bewertet werden. Werden die Praktika in Kleingruppen durchgeführt, wird die Leistung der bzw. des Studierenden bewertet.

## **§ 8 Zusätzliche Module**

- (1) Die Kandidatin bzw. der Kandidat kann sich in weiteren, frei wählbaren Modulen Prüfungsleistungen unterziehen (zusätzliche Module). Diese müssen vor Anmeldung der Prüfung beim Prüfungsausschuss beantragt werden.
- (2) Das Ergebnis der Prüfung in diesen Modulen wird auf Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten an den Prüfungsausschuss in das Zeugnis aufgenommen, jedoch bei der Festsetzung der Gesamtnote nicht mit einbezogen.

## **§ 9 Bewertung der Prüfungsleistungen und Bildung der Noten**

- (1) Die Noten für die einzelnen Prüfungsleistungen werden von den jeweiligen Prüfenden festgesetzt. Für die Bewertung sind folgende Noten zu verwenden:

|                       |                                                                                  |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1 = sehr gut          | eine hervorragende Leistung;                                                     |
| 2 = gut               | eine Leistung, die erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegt;    |
| 3 = befriedigend      | eine Leistung, die durchschnittlichen Anforderungen entspricht;                  |
| 4 = ausreichend       | eine Leistung, die trotz ihrer Mängel noch den Anforderungen genügt;             |
| 5 = nicht ausreichend | eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel den Anforderungen nicht mehr genügt. |

Durch Erniedrigen oder Erhöhen der einzelnen Noten um 0,3 können zur differenzierten Bewertung Zwischenwerte gebildet werden. Die Noten 0,7; 4,3; 4,7 und 5,3 sind dabei ausgeschlossen. Nicht benotete Leistungen erhalten die Bewertung „bestanden“ bzw. „nicht bestanden“.

- (2) Multiple Choice (Mehrfachauswahl) ist ein in Prüfungen verwendetes Format, bei dem zu einer Frage mehrere vorformulierte Antworten zur Auswahl stehen. Die Bewertungskriterien müssen auf dem Klausurbogen sowie 14 Tage vor der Prüfung per Aushang oder im CAMPUS-Informationssystem bekannt gegeben werden. Eine Klausur mit ausschließlich Multiple Choice Aufgaben gilt als bestanden, wenn
  - a) 60 % der gestellten Fragen zutreffend beantwortet sind oder
  - b) die Zahl der zutreffend beantworteten Fragen um nicht mehr als 22 % die durchschnittliche Prüfungsleistung der Kandidatinnen und Kandidaten unterschreitet, die erstmals an der Prüfung teilgenommen haben.

Die Vergabe von Negativpunkten ist nicht zulässig.

- (3) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat gemäß Absatz 2 die Mindestzahl der Aufgaben richtig beantwortet und damit die Prüfung bestanden, so lautet die Note wie folgt:
  - sehr gut, falls sie bzw. er mindestens 75%
  - gut, falls sie bzw. er mindestens 50% aber weniger als 75%
  - befriedigend, falls sie bzw. er mindestens 25% aber weniger als 50%
  - ausreichend, falls sie bzw. er keine oder weniger als 25%der darüber hinausgehenden Aufgaben zutreffend beantwortet hat.

- (4) Besteht eine Klausur sowohl aus Multiple Choice als auch aus anderen Aufgaben, so werden die Multiple Choice Aufgaben nach den Absätzen 2 und 3 bewertet. Die übrigen Aufgaben werden nach dem für sie üblichen Verfahren beurteilt. Die Note wird aus den gewichteten Ergebnissen beider Aufgabenteile errechnet. Die Gewichtung erfolgt nach dem Anteil der Aufgabenarten an der Klausur.
- (5) Eine Bewertung der Prüfung erfolgt nur, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zum Zeitpunkt der Prüfung bzw. bei der Abgabe einer zu bewertenden Leistung im Studiengang eingeschrieben ist. Die Bewertung für die Prüfungen ist nach spätestens sechs Wochen mitzuteilen, dabei muss sichergestellt werden, dass die Bewertung spätestens zehn Tage vor einer möglichen Wiederholungsprüfung vorliegt. Eine Benachrichtigung der Studierenden zur Benotung erfolgt automatisiert über das CAMPUS-Informationssystem an die RWTH-E-Mail-Kontaktadresse sowie über Aushang. Studierende können ihren aktuellen Notenspiegel im CAMPUS-Informationssystem abfragen.
- (6) Eine Prüfung ist bestanden, wenn die Note mindestens „ausreichend“ (4,0) ist. Wenn eine Prüfung aus mehreren Teilleistungen besteht, ergibt sich die Note unter Berücksichtigung aller Teilleistungen. Hierbei muss jede Teilleistung mindestens mit der Note „ausreichend“ (4,0) bewertet worden oder bestanden sein. Für die Noten gilt Absatz 7 entsprechend.
- (7) Ein Modul ist bestanden, wenn alle zugehörigen Prüfungen mit einer Note von mindestens „ausreichend“ (4,0) bestanden sind, und alle weiteren zugehörigen CP (z.B. Teilnahme- und Leistungsnachweise) erbracht sind. Für jedes Modul werden die CP gemäß Anlage (Modulkatalog) angerechnet.
- (8) Die Gesamtnote wird aus den Noten der Module und der Note der Masterarbeit gebildet. Die Gesamtnote der bestandenen Masterprüfung lautet:
- |                                        |                 |
|----------------------------------------|-----------------|
| bei einem Durchschnitt bis 1,5         | = sehr gut,     |
| bei einem Durchschnitt von 1,6 bis 2,5 | = gut,          |
| bei einem Durchschnitt von 2,6 bis 3,5 | = befriedigend, |
| bei einem Durchschnitt von 3,6 bis 4,0 | = ausreichend.  |
- Die schlechteste der gewichteten Modulnoten aus dem Wahlpflichtbereich bleibt auf Antrag des Studierenden an den Prüfungsausschuss unberücksichtigt, sofern alle Modulprüfungen innerhalb der Regelstudienzeit bestanden wurden. Sollten mehrere Module dieselbe gewichtete Modulnote besitzen, muss eines dieser Module ausgewählt und im Antrag auf Streichung benannt werden. Das Modul Master-Arbeit kann nicht gestrichen werden.
- (9) Bei der Bildung der Noten und der Gesamtnote wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt. Alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen.
- (10) Anstelle der Gesamtnote „sehr gut“ nach Absatz 8 wird das Gesamturteil „mit Auszeichnung bestanden“ erteilt, wenn die Masterarbeit mit 1,0 bewertet und der gewichtete Durchschnitt aller anderen Noten der Masterprüfung nicht schlechter als 1,3 ist.

## **§ 10 Prüfungsausschuss**

- (1) Für die Organisation der Prüfungen und die durch diese Prüfungsordnung zugewiesenen Aufgaben bildet die Fakultät für Maschinenwesen einen Prüfungsausschuss. Der Prüfungsausschuss besteht aus der bzw. dem Vorsitzenden, deren bzw. dessen Stellvertretung und fünf weiteren stimmberechtigten Mitgliedern. Die bzw. der Vorsitzende, die Stellvertretung und zwei weitere Mitglieder werden aus der Gruppe der Professorinnen und Professoren, ein Mitglied wird aus der Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und zwei Mitglieder werden aus der Gruppe der Studierenden gewählt. Für die Mitglieder des Prüfungsausschusses werden Vertreterinnen bzw. Vertreter gewählt. Die Amtszeit der Mitglieder aus der Gruppe der Professorinnen und Professoren und aus der Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beträgt zwei Jahre, die Amtszeit der studentischen Mitglieder ein Jahr. Wiederwahl ist zulässig.
- (2) Der Prüfungsausschuss ist Behörde im Sinne des Verwaltungsverfahrens- und des Verwaltungsprozessrechts.
- (3) Der Prüfungsausschuss achtet darauf, dass die Bestimmungen der Prüfungsordnung eingehalten werden, und sorgt für die ordnungsgemäße Durchführung der Prüfungen. Er ist insbesondere zuständig für die Entscheidung über Widersprüche gegen in Prüfungsverfahren getroffene Entscheidungen. Darüber hinaus hat der Prüfungsausschuss regelmäßig, mindestens einmal im Jahr, der Fakultät über die Entwicklung der Prüfungen und Studienzeiten zu berichten. Er gibt Anregungen zur Reform der Prüfungsordnung und des Studienverlaufsplanes und legt die Verteilung der Noten und der Gesamtnoten offen. Der Prüfungsausschuss kann die Erledigung seiner Aufgaben für alle Regelfälle auf die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden übertragen. Dies gilt nicht für Entscheidungen über Widersprüche und den Bericht an die Fakultät.
- (4) Der Prüfungsausschuss ist beschlussfähig, wenn neben der bzw. dem Vorsitzenden oder deren bzw. dessen Stellvertretung zwei weitere stimmberechtigte Professorinnen bzw. Professoren oder deren Vertretung und mindestens zwei weitere stimmberechtigte Mitglieder oder deren Vertreterinnen bzw. Vertreter anwesend sind. Er beschließt mit einfacher Mehrheit. Bei Stimmengleichheit entscheidet die Stimme der bzw. des Vorsitzenden. Die studentischen Mitglieder des Prüfungsausschusses wirken bei der Anrechnung von Studien- und Prüfungsleistungen nicht mit.
- (5) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme der Prüfungen beizuwohnen.
- (6) Die Sitzungen des Prüfungsausschusses sind nichtöffentlich. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses und die Vertreterinnen bzw. Vertreter unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zur Verschwiegenheit zu verpflichten.
- (7) Der Prüfungsausschuss bedient sich bei der Wahrnehmung seiner Aufgaben der Verwaltungshilfe des Zentralen Prüfungsamts (ZPA).
- (8) Zur Studienberatung und fachlichen Beratung des Prüfungsausschusses bestellt der Prüfungsausschuss auf Vorschlag der Kommission für Lehre eine Masterbetreuerin oder einen Masterbetreuer sowie deren oder dessen Stellvertretung aus der Gruppe der hauptamtlichen Professorinnen und Professoren der Fakultät für Maschinenwesen. Die Amtszeit beträgt drei Jahre.

## **§ 11**

### **Prüfende und Beisitzende**

- (1) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestellt die Prüfenden. Die Prüfenden bestellen ggfs. die Beisitzenden. Die Bestellung ist aktenkundig zu machen. Zu Prüfenden dürfen nur Personen bestellt werden, die mindestens die entsprechende oder eine vergleichbare Abschlussprüfung abgelegt und, sofern nicht zwingende Gründe eine Abweichung erfordern, in dem der Prüfung vorangehenden Studienabschnitt eine selbständige Lehrtätigkeit in dem betreffenden Modul ausgeübt haben. Zu Beisitzenden dürfen nur Personen bestellt werden, die über einen entsprechenden oder gleichwertigen Abschluss verfügen.
- (2) Die Prüfenden sind in ihrer Prüfungstätigkeit unabhängig. § 10 Abs. 6 Satz 2 gilt entsprechend. Dies gilt auch für die Beisitzenden.
- (3) Die Kandidatin bzw. der Kandidat kann für die Masterarbeit sowie die schriftlichen bzw. mündlichen Prüfungen Prüfende vorschlagen. Auf die Vorschläge der Kandidatin bzw. des Kandidaten soll nach Möglichkeit Rücksicht genommen werden. Die Vorschläge begründen jedoch keinen Anspruch.
- (4) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses sorgt dafür, dass der Kandidatin bzw. dem Kandidaten die Namen der Prüfenden rechtzeitig bis Mitte Mai bzw. November bekannt gegeben werden. Die Bekanntmachung durch Aushang oder im CAMPUS-Informationssystem ist ausreichend.

## **§ 12**

### **Anrechnung von Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen und Einstufung in höhere Fachsemester**

- (1) Bestandene und nicht bestandene Leistungen, die an einer anderen Hochschule im Geltungsbereich des Grundgesetzes in einem gleichen Studiengang erbracht worden sind, werden von Amts wegen angerechnet. Bestandene und nicht bestandene Leistungen in anderen Studiengängen oder an anderen Hochschulen sowie an staatlichen oder staatlich anerkannten Berufsakademien sind auf Antrag anzurechnen, sofern keine wesentlichen Unterschiede nachgewiesen, festgestellt und begründet werden können. Auf Antrag kann die Hochschule sonstige Kenntnisse und Qualifikationen auf der Grundlage der eingereichten Unterlagen anrechnen.
- (2) Wesentliche Unterschiede bestehen insbesondere dann, wenn die erworbenen Kompetenzen den Anforderungen im Masterstudiengang Luft- und Raumfahrttechnik nicht entsprechen. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung und Gesamtbewertung vorzunehmen. Für Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen, die außerhalb des Geltungsbereichs des Grundgesetzes erbracht wurden, sind die von der Kultusministerkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen sowie Absprachen im Rahmen der Hochschulpartnerschaft zu beachten. Im Übrigen kann bei Zweifeln die Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen gehört werden.
- (3) Die bzw. der Studierende hat die für die Anrechnung erforderlichen Unterlagen in deutscher Sprache vorzulegen. Von Unterlagen, die nicht in deutscher Sprache abgefasst sind, sind auf Verlangen des Prüfungsausschusses beglaubigte Übersetzungen beizufügen. Die Unterlagen müssen Aussagen zu den erworbenen Kompetenzen und in diesem Zusammenhang bestandenen, nicht-bestandenen oder erbrachten Leistungen sowie den sonstigen Kenntnissen und Qualifikationen enthalten, die jeweils angerechnet werden sollen. Bei einer Anrechnung von Studienzeiten und Leistungen aus Studiengängen sind in der Regel die entsprechenden Modulbeschreibungen sowie das Transcript of Records oder ein vergleichbares Dokument vorzulegen.

- (4) Die Studien- und Prüfungsleistungen von Schülerinnen und Schülern, die im Einzelfall aufgrund besonderer Begabungen als Jungstudierende außerhalb der Einschreibungsordnung zu Lehrveranstaltungen und Prüfungen zugelassen wurden, werden bei einem späteren Studium auf Antrag angerechnet.
- (5) Zuständig für Anrechnungen nach den Absätzen 1 bis 4 ist der Prüfungsausschuss. Vor Feststellung, ob wesentliche Unterschiede vorliegen, ist in der Regel eine Fachvertreterin bzw. ein Fachvertreter zu hören.
- (6) Werden Studien- und Prüfungsleistungen angerechnet, sind die Noten - soweit die Notensysteme vergleichbar sind - zu übernehmen und in die Berechnung der Gesamtnote einzubeziehen. Bei unvergleichbaren Notensystemen wird der Vermerk „angerechnet“ aufgenommen. Die Anrechnung wird im Zeugnis gekennzeichnet.
- (7) Die Anrechnung setzt voraus, dass an der RWTH im Master-Studiengang Luft- und Raumfahrttechnik noch nennenswerte Leistungen zu erbringen sind, die die Verleihung des Mastergrades der RWTH berechtigt erscheinen lassen. Dies wird in der Regel die Erbringung der Master-Arbeit als letzte Prüfungsleistung des Studienganges sein.

### **§ 13**

#### **Wiederholung von Prüfungen, der Masterarbeit und Verfall des Prüfungsanspruchs**

- (1) Bei „nicht ausreichenden“ Leistungen können die Prüfungen zweimal, die Masterarbeit kann einmal wiederholt werden. Die Rückgabe des Themas der Masterarbeit ist jedoch nur zulässig, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat bei der Anfertigung der ersten Masterarbeit von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch gemacht hat.
- (2) Erreicht eine Kandidatin bzw. eine Kandidat in der zweiten Wiederholung einer Klausur die Note „nicht ausreichend“ (5,0) und wurde diese Note nicht auf Grund eines Täuschungsversuchs, eines Versäumnisses oder eines Rücktritts ohne triftige Gründe gemäß § 14 Abs. 2 festgesetzt, so ist ihr bzw. ihm vor einer Festsetzung der Note „nicht ausreichend“ die Möglichkeit zu bieten, sich einer mündlichen Ergänzungsprüfung zu unterziehen. Der Termin für die mündliche Ergänzungsprüfung wird im Termin zur Klausureinsicht festgelegt und findet spätestens innerhalb der nächsten vier Wochen ab Klausureinsicht statt. Für die Abnahme der mündlichen Ergänzungsprüfung gilt § 7 Abs. 3 entsprechend. Aufgrund der mündlichen Ergänzungsprüfung wird die Note „ausreichend“ (4,0) bzw. die Note „nicht ausreichend“ (5,0) festgesetzt.
- (3) Die wiederholte Masterarbeit muss spätestens drei Semester nach dem Fehlversuch der ersten Arbeit angemeldet werden. Die Inanspruchnahme von Schutzbestimmungen entsprechend den §§ 3, 4, 6 und 8 des Mutterschutzgesetzes und entsprechend den Fristen des Bundeserziehungsgeldgesetzes über die Elternzeit sowie die Berücksichtigung von Ausfallzeiten durch die Pflege von Personen im Sinne von § 48 Abs. 5 S. 2 Nr. 5 HG werden auf diese Frist nicht angerechnet. Wer diese Frist überschreitet, verliert ihren bzw. seinen Prüfungsanspruch, es sei denn, dass sie bzw. er das Versäumnis nicht zu vertreten hat.
- (4) Prüfungsleistungen in schriftlichen und mündlichen Prüfungen, mit denen ein Studiengang laut Studienverlaufsplan abgeschlossen wird, und in Wiederholungsprüfungen, bei deren endgültigem Nichtbestehen keine Ausgleichsmöglichkeit vorgesehen ist, sind von mindestens zwei Prüfenden zu bewerten. § 7 Abs. 7 bleibt davon unberührt.

- (5) Wiederholungsprüfungen können von den Prüfenden in schriftlicher oder mündlicher Form abgenommen werden. Die Studierenden werden spätestens zwei Wochen vor der Wiederholungsprüfung per Aushang darüber informiert, ob die Wiederholungsprüfung mündlich oder schriftlich durchgeführt wird.
- (6) Setzt sich eine Prüfung aus mehreren Prüfungsteilen zusammen, muss im Falle des Nichtbestehens eines Prüfungsteils lediglich der nicht bestandene Prüfungsteil wiederholt werden.
- (7) Ein Modul ist endgültig nicht bestanden, wenn noch zum Bestehen erforderliche Prüfungen nicht mehr wiederholt werden können.
- (8) Die Masterprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn zum Bestehen eines Moduls notwendige Leistungen nicht mehr wiederholt werden können oder wenn die zweite Masterarbeit mit „nicht ausreichend“ bewertet wurde oder als „nicht ausreichend“ bewertet gilt.

## **§ 14**

### **Abmeldung, Versäumnis, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß**

- (1) Die Kandidatin bzw. der Kandidat kann sich bis eine Woche vor dem jeweiligen Prüfungstermin ohne Angabe von Gründen von Prüfungen abmelden.
- (2) Eine Prüfungsleistung gilt als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zu einem Prüfungstermin ohne triftige Gründe nicht erscheint oder wenn sie bzw. er nach Beginn der Prüfung ohne triftige Gründe von der Prüfung zurücktritt. Dasselbe gilt, wenn eine schriftliche Prüfungsleistung nicht innerhalb der vorgegebenen Bearbeitungszeit erbracht wird. In diesem Fall besteht kein Anrecht auf eine mündliche Ergänzungsprüfung.
- (3) Die für den Rücktritt oder das Versäumnis geltend gemachten Gründe müssen dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Bei Krankheit der Kandidatin bzw. des Kandidaten ist die Vorlage eines ärztlichen Attestes erforderlich. Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses kann im Einzelfall die Vorlage eines Attestes einer Vertrauensärztin bzw. eines Vertrauensarztes, die bzw. der vom Prüfungsausschuss benannt wurde, verlangen. Erkennt der Prüfungsausschuss die Gründe nicht an, wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten dies schriftlich mitgeteilt. Die bereits vorliegenden Prüfungsergebnisse sind anzurechnen.
- (4) Die Kandidatin bzw. der Kandidat hat bei schriftlichen Prüfungen – mit Ausnahme von Klausuren unter Aufsicht – an Eides statt zu versichern, dass die Prüfungsleistung von ihr bzw. von ihm ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht worden ist.
- (5) Versucht die Kandidatin bzw. der Kandidat das Ergebnis einer Prüfungsleistung durch Täuschung, z.B. Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel, zu beeinflussen, gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Die Feststellung wird von der bzw. dem jeweiligen Prüfenden oder von der für die Aufsichtsführung zuständigen Person getroffen und aktenkundig gemacht. Eine Kandidatin bzw. ein Kandidat, die bzw. der den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stört, kann von der bzw. dem jeweiligen Prüfenden oder der aufsichtführenden Person in der Regel nach Abmahnung von der Fortsetzung der Prüfungsleistung ausgeschlossen werden. In diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Die Gründe für den Ausschluss sind aktenkundig zu machen. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches kann die Kandidatin bzw. der Kandidat zudem exmatrikuliert werden.
- (6) Belastende Entscheidungen sind der Kandidatin bzw. dem Kandidaten unverzüglich schriftlich mitzuteilen, zu begründen und mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.

## II. Masterprüfung und Masterarbeit

### § 15

#### Art und Umfang der Masterprüfung

- (1) Die Masterprüfung besteht aus
1. den Prüfungen und sonstigen Leistungen zu den in Anlage 1 aufgeführten Modulen sowie
  2. der Masterarbeit und dem Masterkolloquium.

In den einzelnen Studienabschnitten sind CP in folgendem Umfang zu erbringen:

| Studienabschnitt                  | Credit Points |
|-----------------------------------|---------------|
| Übergreifender Pflichtbereich     | 22            |
| Pflichtbereich je nach Vertiefung | 21-22         |
| Wahlpflichtbereich                | 16-17         |
| Masterarbeit (22 Wochen)          | 30            |
|                                   | 90            |

- (2) Die Reihenfolge der Lehrveranstaltungen sowie der Prüfungen und Leistungsnachweise sollte sich am Studienverlaufsplan orientieren. Prüfungen und Leistungsnachweise werden studienbegleitend abgelegt. Das Thema der Masterarbeit kann erst ausgegeben werden, wenn 45 CP erreicht sind.
- (3) Die Gegenstände der Prüfungen und Leistungsnachweise werden durch die Inhalte der zugehörigen Lehrveranstaltungen gemäß Modulhandbuch bestimmt.

### § 16

#### Masterarbeit

- (1) Die Masterarbeit besteht aus einer schriftlichen Arbeit der Kandidatin bzw. des Kandidaten. Sie soll zeigen, dass die Kandidatin bzw. der Kandidat in der Lage ist, ein Problem innerhalb einer vorgegebenen Frist nach wissenschaftlichen Methoden unter Anleitung selbstständig zu bearbeiten.
- (2) Die Masterarbeit kann von jeder bzw. jedem in Forschung und Lehre an der RWTH tätigen Professorin bzw. Professor in der Fakultät für Maschinenwesen ausgegeben und betreut werden. Lehrbeauftragte und wissenschaftliche Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter können bei der Betreuung mitwirken. In Ausnahmefällen kann die Masterarbeit mit Zustimmung des Prüfungsausschusses außerhalb der Fakultät bzw. außerhalb der RWTH ausgeführt werden, wenn sie von einer der in Satz 1 genannten Personen betreut wird.
- (3) Auf besonderen Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten sorgt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses dafür, dass sie bzw. er zum vorgesehenen Zeitpunkt das Thema einer Masterarbeit erhält. Der Kandidatin bzw. dem Kandidaten ist Gelegenheit zu geben, für das Thema Vorschläge zu machen.
- (4) Die Masterarbeit kann im Einvernehmen mit der Prüferin bzw. dem Prüfer wahlweise in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden.

- (5) Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses teilt der Kandidatin bzw. dem Kandidaten den Abgabetermin mit. Der Zeitpunkt der Ausgabe sowie die Themenstellung sind aktenkundig zu machen.
- (6) Die Bearbeitungszeit für die Masterarbeit beträgt in der Regel 22 Wochen. Der Umfang der schriftlichen Ausarbeitung sollte ohne Anlage 80 Seiten nicht überschreiten. Thema und Aufgabenstellung müssen so beschaffen sein, dass eine Fertigstellung innerhalb der vorgegebenen Frist mit einem äquivalenten Arbeitsaufwand von 22 Wochen Vollzeitarbeit erreicht werden kann. In Absprache mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer und der Fachstudienberatung kann eine Bearbeitung in Teilzeit in einem Zeitraum von maximal 44 Wochen stattfinden. Dies ist beim Prüfungsausschuss zu beantragen und muss von diesem genehmigt werden. Das Thema kann nur einmal und nur innerhalb der ersten vier Wochen der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden. Ausnahmsweise kann der Prüfungsausschuss im Einzelfall auf begründeten Antrag der Kandidatin bzw. des Kandidaten und bei Befürwortung durch die Aufgabenstellerin bzw. den Aufgabensteller die Bearbeitungszeit um bis zu sechs Wochen verlängern.
- (7) Die Ergebnisse der Masterarbeit präsentiert die Kandidatin bzw. der Kandidat im Rahmen eines Masterkolloquiums. Hinsichtlich der Durchführung gilt § 7 Abs. 14 entsprechend.

## **§ 17**

### **Annahme und Bewertung der Masterarbeit**

- (1) Die Masterarbeit ist fristgemäß in zweifacher Ausfertigung beim Zentralen Prüfungsamt abzuliefern. Der Abgabezeitpunkt ist aktenkundig zu machen. Wird die Masterarbeit nicht fristgemäß abgeliefert, gilt sie als mit „nicht ausreichend“ (5,0) bewertet. Eine Bewertung erfolgt nur, wenn die Kandidatin bzw. der Kandidat zum Zeitpunkt der Abgabe im Studiengang eingeschrieben ist.
- (2) Prüfende bzw. Prüfender soll diejenige bzw. derjenige sein, die bzw. der das Thema gestellt hat. Die Arbeit stellt regelmäßig die letzte Prüfungsleistung dar und ist stets von zwei Prüfenden gemäß § 9 Abs.1 mit einer schriftlichen Begründung zu bewerten. Die Note für die Arbeit wird aus dem arithmetischen Mittel der Einzelbewertungen gemäß § 9 Abs. 1 gebildet, sofern die Differenz nicht mehr als 2,0 beträgt. Beträgt die Differenz mehr als 2,0 oder lautet eine Bewertung „nicht ausreichend“, die andere aber „ausreichend“ oder besser, wird von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses eine dritte Prüfende bzw. ein dritter Prüfender zur Bewertung der Masterarbeit bestimmt, die bzw. der die Note im Rahmen der Vornoten innerhalb von vier Wochen abschließend festlegt.
- (3) Die Bekanntgabe der Note soll – mit Ausnahme Absatz 2 Satz 4 – spätestens acht Wochen nach dem jeweiligen Abgabetermin erfolgen. Erfolgt diese Bekanntgabe nicht fristgerecht, ist der Prüfungsausschuss berechtigt, andere Prüfende zu bestimmen.
- (4) Für die Masterarbeit inklusive des Kolloquiums werden 30 Credit Points vergeben.

## **§ 18**

### **Bestehen der Masterprüfung**

Die Masterprüfung ist bestanden, wenn alle erforderlichen Module bestanden sind und die Note der Masterarbeit mindestens „ausreichend“ (4,0) lautet. Mit Bestehen der Masterprüfung ist das Masterstudium beendet.

### **III. Schlussbestimmungen**

#### **§ 19**

#### **Zeugnis, Urkunde und Bescheinigungen**

- (1) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat die Masterprüfung bestanden, so erhält sie bzw. er spätestens drei Monate nach der letzten Prüfungsleistung über die Ergebnisse ein Zeugnis. Das Zeugnis enthält die Module und die Masterarbeit mit den jeweiligen Noten und CP sowie die Gesamtnote. In das Zeugnis werden auch das Thema der Masterarbeit sowie die zusätzlichen Module aufgenommen. Die Gesamtnote wird sowohl verbal als auch als Zahl mit einer Dezimalstelle angegeben. Das Zeugnis ist von der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu unterzeichnen.
- (2) Das Zeugnis trägt das Datum des Tages, an dem die letzte Prüfung bestanden oder der letzte Leistungsnachweis erbracht wurde.
- (3) Das Zeugnis wird in deutscher und englischer Sprache abgefasst.
- (4) Gleichzeitig mit dem Zeugnis wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten eine in deutscher und englischer Sprache abgefasste Urkunde mit dem Datum des Zeugnisses ausgehändigt. Darin wird die Verleihung des Mastergrades beurkundet. Die Masterurkunde wird von der Dekanin bzw. dem Dekan der Fakultät und der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses unterzeichnet.
- (5) Mit dem Zeugnis wird der Absolventin bzw. dem Absolventen ein in deutscher und englischer Sprache abgefasstes Diploma Supplement ausgehändigt. Das Diploma Supplement informiert über das individuelle fachliche Profil des absolvierten Studienganges. Das Diploma Supplement weist auch eine ECTS-Bewertungsskala aus.
- (6) Ist die Masterprüfung endgültig nicht bestanden, erteilt die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses der Kandidatin bzw. dem Kandidaten hierüber einen schriftlichen Bescheid, der mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen ist.
- (7) Studierende, welche die Hochschule ohne Studienabschluss verlassen, erhalten auf Antrag ein Leistungszeugnis über die insgesamt erbrachten Studien- und Prüfungsleistungen.

#### **§ 20**

#### **Ungültigkeit der Masterprüfung, Aberkennung des akademischen Grades**

- (1) Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat bei einer Prüfung getäuscht und wird diese Tatsache erst nach Aushändigung des Zeugnisses bekannt, kann der Prüfungsausschuss nachträglich die Noten für diejenigen Prüfungsleistungen, bei deren Erbringung die Kandidatin bzw. der Kandidat getäuscht hat, entsprechend berichtigen und die Prüfung ganz oder teilweise für nicht bestanden erklären.
- (2) Waren die Voraussetzungen für die Zulassung zu einer Prüfung nicht erfüllt, ohne dass die Kandidatin bzw. der Kandidat hierüber täuschen wollte, und wird diese Tatsache erst nach der Aushändigung des Zeugnisses bekannt, wird dieser Mangel durch das Bestehen der Prüfung geheilt. Hat die Kandidatin bzw. der Kandidat die Zulassung vorsätzlich zu Unrecht erwirkt, entscheidet der Prüfungsausschuss unter Beachtung des Verwaltungsverfahrensgesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen über die Rechtsfolgen.
- (3) Vor einer Entscheidung ist der bzw. dem Betroffenen Gelegenheit zur Äußerung zu geben.

- (4) Das unrichtige Prüfungszeugnis ist einzuziehen und gegebenenfalls ein neues auszustellen. Eine Entscheidung nach Absatz 1 und Absatz 2 Satz 2 ist nach einer Frist von fünf Jahren nach Ausstellung des Prüfungszeugnisses ausgeschlossen.
- (5) Ist die Prüfung insgesamt für nicht bestanden erklärt worden, sind der akademische Grad durch die Fakultät abzuerkennen und die Urkunde einzuziehen.

## **§ 21**

### **Einsicht in die Prüfungsakten**

- (1) Der Kandidatin bzw. dem Kandidaten ist die Möglichkeit zu geben, frühestens drei Tage nach Bekanntgabe der Noten Einsicht in die korrigierte Klausur bzw. schriftlichen Prüfungsarbeiten zu nehmen. Zeit und Ort der Einsichtnahme sind während der Prüfung, spätestens mit Bekanntgabe der Note mitzuteilen. Für die Einsichtnahme wird den Studierenden mindestens 30 Minuten Zeit eingeräumt.
- (2) Sofern Absatz 1 keine Anwendung findet, wird der Kandidatin bzw. dem Kandidaten nach Abschluss des Prüfungsverfahrens auf Antrag Einsicht in die schriftlichen Prüfungsarbeiten, die darauf bezogenen Gutachten der Prüfenden und in die Prüfungsprotokolle gewährt.
- (3) Der Antrag ist binnen eines Monats nach Aushändigung des Prüfungszeugnisses bei der bzw. dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses zu stellen. Die bzw. der Vorsitzende des Prüfungsausschusses bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme.

## **§ 22**

### **Inkrafttreten, Veröffentlichung und Übergangsbestimmungen**

- (1) Diese Prüfungsordnung, in der Fassung der ersten Änderungsordnung, tritt am Tage nach der Veröffentlichung in Kraft, wird in den Amtlichen Bekanntmachungen der RWTH veröffentlicht und findet auf alle Studierenden Anwendung, die sich ab dem Sommersemester 2011 erstmalig für den Masterstudiengang Luft- und Raumfahrttechnik an der RWTH Aachen eingeschrieben haben.
- (2) Die Änderungen des Modulkataloges gelten ab dem Sommersemester 2013.
- (3) Die Notenregelung in § 9 Abs. 8 findet auf alle Studierenden Anwendung, die den Studiengang ab dem 01.10.2013 abschließen.
- (4) Die Regelung der Bewertung der Abschlussarbeit gemäß § 17 Abs. 4 findet auf alle Studierenden Anwendung, die die Abschlussarbeit ab dem 01.10.2013 anmelden.
- (5) Die mit ersten Änderungsordnung angepassten Regelungen der §§ 6 Abs. 3, 14 Abs. 1 bis 3 gelten ab dem Wintersemester 2013/14 für alle im Studiengang eingeschriebenen Studierenden.

Ausgefertigt aufgrund der Beschlüsse des Fakultätsrates der Fakultät für Maschinenwesen vom 9. April 2013 und vom 12. November 2013.

Der Rektor  
der Rheinisch-Westfälischen  
Technischen Hochschule Aachen

Aachen, den 19.12.2013

gez. Schmachtenberg  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. E. Schmachtenberg

**Anlage 1****Modulkatalog**

Dieser Modulkatalog gibt den Stand des Sommersemesters 2013 wieder, nachfolgende Änderungen, die sich nicht auf die Prüfungsformen beziehen, werden unter dem Link [www.maschinenbau.rwth-aachen.de](http://www.maschinenbau.rwth-aachen.de) bekannt gegeben.

**Modulkatalog für  
Luft- und Raumfahrttechnik (M.Sc.)**

## Inhalt

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Modul: Gasdynamik [MSLRT-1002] .....                                                                                      | 27 |
| Modul: Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt [MSLRT-1003] .....                                                         | 29 |
| Modul: Numerische Strömungsmechanik I [MSLRT-1004] .....                                                                  | 31 |
| Modul: Flugmechanisches Praktikum [MSLRT-1102] .....                                                                      | 33 |
| Modul: Flugzeugbau II [MSLRT-1103] .....                                                                                  | 35 |
| Modul: Raumflugmechanik I [MSLRT-1201] .....                                                                              | 37 |
| Modul: Raumfahrzeugbau I [MSLRT-1203] .....                                                                               | 39 |
| Modul: Raumfahrtantriebe I [MSLRT-1205] .....                                                                             | 41 |
| Modul: Flugführung [MSLRT-1301] .....                                                                                     | 42 |
| Modul: Ähnlichkeitsprobleme des Maschinenbaus [MSLRT-1302] .....                                                          | 43 |
| Modul: Strömungsmaschinen [MSLRT-1303] .....                                                                              | 45 |
| Modul: Raumfahrtmedizin [MSLRT-1305] .....                                                                                | 47 |
| Modul: Wärme- und Stoffübertragung II [MSLRT-1307] .....                                                                  | 48 |
| Modul: Kurzzeitströmungsmesstechnik [MSLRT-1311] .....                                                                    | 49 |
| Modul: Anwendungen der Lasertechnik [MSLRT-1313] .....                                                                    | 51 |
| Modul: Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen [MSLRT-1315] .....                                                     | 53 |
| Modul: Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen [MSLRT-1316] .....                                                       | 55 |
| Modul: Faserverbundstrukturen [MSLRT-1318] .....                                                                          | 57 |
| Modul: Schwingungen im Leichtbau II [MSLRT-1322] .....                                                                    | 59 |
| Modul: Supercomputing in Engineering [MSLRT-1323] .....                                                                   | 61 |
| Modul: Strömungs- und Temperaturgrenzschichten [MSLRT-1325] .....                                                         | 63 |
| Modul: Strömungsmessverfahren I [MSLRT-1327] .....                                                                        | 65 |
| Modul: Fahrzeug- und Windradaerodynamik [MSLRT-1329] .....                                                                | 67 |
| Modul: Technik der Luftfahrtantriebe II [MSLRT-1331] .....                                                                | 69 |
| Modul: Strömungsfragen der Raumfahrt I [MSLRT-1333] .....                                                                 | 70 |
| Modul: Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben II [MSLRT-1341] ..... | 72 |
| Modul: Strömungsmaschinenmesstechnik [MSLRT-1342] .....                                                                   | 73 |
| Modul: Auslegung von Turbomaschinen [MSLRT-1343] .....                                                                    | 74 |
| Modul: Luftfahrtantriebe I [MSLRT-1344] .....                                                                             | 75 |
| Modul: Lasermesstechnik [MSLRT-1345] .....                                                                                | 77 |

|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Modul: Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design [MSLRT-1346].....                                              | 79  |
| Modul: Flughafenwesen I [MSLRT-1401] .....                                                                               | 80  |
| Modul: Systeme der Luft- und Raumfahrt [MSLRT-2001].....                                                                 | 81  |
| Modul: Flugregelung [MSLRT-2101] .....                                                                                   | 82  |
| Modul: Aerodynamik II [MSLRT-2104].....                                                                                  | 84  |
| Modul: Luftfahrtantriebe II [MSLRT-2105].....                                                                            | 86  |
| Modul: Raumflugmechanik II [MSLRT-2202] .....                                                                            | 87  |
| Modul: Raumfahrzeugbau II [MSLRT-2204] .....                                                                             | 89  |
| Modul: Flug- und Reisemedizin [MSLRT-2304] .....                                                                         | 91  |
| Modul: Flugzeuglärm [MSLRT-2306] .....                                                                                   | 92  |
| Modul: Raumfahrtantriebe II [MSLRT-2308] .....                                                                           | 94  |
| Modul: Gasdynamik realer Gase [MSLRT-2309] .....                                                                         | 95  |
| Modul: Hyperschall-Aerothermodynamik [MSLRT-2310].....                                                                   | 97  |
| Modul: Turbulente Strömungen [MSLRT-2312] .....                                                                          | 99  |
| Modul: Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt [MSLRT-2314] .....                                                         | 100 |
| Modul: Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken [MSLRT-2317].....                                                 | 102 |
| Modul: Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme [MSLRT-2319].....                        | 103 |
| Modul: Schutz von Raumfahrzeugen gegen Mikrometeoriten und Weltraumtrümmer [MSLRT-2320].....                             | 104 |
| Modul: Schwingungen im Leichtbau I [MSLRT-2321] .....                                                                    | 105 |
| Modul: Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung [MSLRT-2324] .....                                            | 107 |
| Modul: Numerische Strömungsmechanik II [MSLRT-2326] .....                                                                | 109 |
| Modul: Strömungsmessverfahren II [MSLRT-2328].....                                                                       | 111 |
| Modul: Technik der Luftfahrtantriebe I [MSLRT-2330] .....                                                                | 113 |
| Modul: Strömungsfragen der Raumfahrt II [MSLRT-2334] .....                                                               | 114 |
| Modul: Drehflügler [MSLRT-2335] .....                                                                                    | 116 |
| Modul: Methoden der Modellierung von Turbomaschinen [MSLRT-2336].....                                                    | 118 |
| Modul: Grundlagen der Turbomaschinen [MSLRT-2337] .....                                                                  | 119 |
| Modul: Verdichter [MSLRT-2338] .....                                                                                     | 121 |
| Modul: Strömungsmaschinenlabor [MSLRT-2339] .....                                                                        | 122 |
| Modul: Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben I [MSLRT-2340] ..... | 123 |

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| Modul: Systemergonomie [MSLRT-2344] ..... | 124 |
| Modul: Masterarbeit [MSLRT-9999] .....    | 125 |

**Prüfungsordnungsbeschreibung: Luft- und Raumfahrttechnik (M.Sc.) [MSLRT]**

|                         |                                                                                      |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Titel</b>            | Luft- und Raumfahrttechnik (M.Sc.)                                                   |
| <b>Kurzbezeichnung</b>  | LRT                                                                                  |
| <b>Informationslink</b> | <a href="http://www.maschinenbau.rwth-aachen.de">www.maschinenbau.rwth-aachen.de</a> |

**Modul: Gasdynamik [MSLRT-1002]**

| <b>MODUL TITEL: Gasdynamik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1            | 6                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | jedes 2. Semester | SS 2011             | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Grundlagen:</li> <li>• Zustandsgleichung idealer Gase,</li> <li>• erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isentrope Unter- und Überschallströmung:</li> <li>• Energiesatz,</li> <li>• Zustandsänderungen bei isentroper Strömung,</li> <li>• kritische Schallgeschwindigkeit</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Düsenströmungen:</li> <li>• Quasi-eindimensionale Erhaltungsgleichungen,</li> <li>• Geschwindigkeits-Flächenbeziehung</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Düsenströmungen und senkrechter Verdichtungsstoß:</li> <li>• Strömungsformen in Abhängigkeit des Gegendruckes,</li> <li>• Sprungbedingungen</li> <li>• Zustandsänderungen über einen senkrechten Verdichtungsstoß</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkrechter Verdichtungsstoß:</li> <li>• Prandtl-Gleichung,</li> <li>• Entropieproduktion über einen Stoß,</li> <li>• Ruhedruckverlust</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Näherungen für schwache Stöße:</li> <li>• Abhängigkeit Druckerhöhung Entropieproduktion,</li> <li>• Möglichkeit eines Expansionsstoßes</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schräge Verdichtungsstöße:</li> <li>• Erhaltungsgleichungen,</li> <li>• Sprungbedingungen,</li> <li>• Zustandsänderungen über einen schrägen Stoß,</li> <li>• Stoßpolarendiagramm</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwache schräge Verdichtungsstöße:</li> <li>• Prandtl-Meyer Strömungen:</li> <li>• Herleitung der Prandtl-Meyer Beziehung,</li> <li>• Anwendung auf Kompressions- und Expansionsströmungen</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umströmung schwach angestellter, schlanker Profile:</li> <li>• Aufstellung der Näherungsformeln,</li> <li>• Ermittlung der Auftriebs- und Widerstandsbeiwerte</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakteristikentheorie:</li> <li>• Crocco'scher Wirbelsatz und gasdynamische Grundgleichung,</li> <li>• Kompatibilitätsbedingungen</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten sind in der Lage, selbständig gasdynamische Fragestellungen zu erkennen und diese systematisch zu analysieren und zu lösen.</li> <li>• Sie können in der Theorie verschiedene Lösungsmethoden auswählen und der Aufgabenstellung entsprechend anwenden.</li> <li>• Die Studenten beherrschen die Grundlagen zur Berechnung stationärer Überschallströmungen mit und ohne eingelagerte Verdichtungsstöße und Expansionsgebiete.</li> <li>• Angewendet werden diese Kenntnisse zur Bestimmung der Düsenströmung, der Profilmströmung im Überschall und zur Herleitung gasdynamischer Ähnlichkeitsgesetze.</li> </ul> |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Anwendung der Charakteristikentheorie:</li><li>• auf Düsenströmungen,</li><li>• Wechselwirkungen mit Freistrahlen,</li><li>• nichteinfache Strömungsgebiete</li></ul>                                                                                                                                 |                                 |    |     |
| 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Potentialtheorie:</li><li>• Linearisierung der Potentialgleichung,</li><li>• Lösungsansatz nach d'Alembert,</li><li>• Gültigkeitsbereich,</li><li>• Störpotentialgleichung für schallnahe Strömungen</li></ul>                                                                                        |                                 |    |     |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Anwendung der Potentialtheorie:</li><li>• zur Berechnung von Profilumströmungen und Innenströmungen,</li><li>• Aufstellen entsprechender Randbedingungen</li></ul>                                                                                                                                    |                                 |    |     |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze:</li><li>• ebene Strömungen,</li><li>• Transformationsbedingungen,</li><li>• Ähnlichkeitsgesetze nach Prandtl-Glauert und Göthert</li></ul>                                                                                                                         |                                 |    |     |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze:</li><li>• Erweiterung auf dreidimensionale Strömungen,</li><li>• Transformation der Randbedingungen,</li><li>• Rotationssymmetrische Strömungen als Sonderfall der dreidimensionalen Strömungen,</li><li>• Ähnlichkeitsgesetze für schallnahe Strömungen</li></ul> |                                 |    |     |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Benotung                        |    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Eine 120-minütige Klausur       |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Klausur Gasdynamik [MSLRT-1002.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 120                             | 6  | 0   |
| Vorlesung Gasdynamik [MSLRT-1002.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 | 0  | 2   |
| Übung Gasdynamik [MSLRT-1002.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 | 0  | 2   |

**Modul: Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt [MSLRT-1003]**

| <b>MODUL TITEL: Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1            | 6                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
| 1<br>• Energieprinzipien in der Strukturmechanik<br>• Verformung elastischer Systeme<br>2<br>• Verformung elastischer Systeme<br>• Behandlung statisch unbestimmter Strukturen - Das Kraftgrößenverfahren<br>3<br>• Statisch unbestimmte Schubfeldträger<br>4<br>• Flügel als mehrzelliger Hohlquerschnitt<br>• Flügel als Kastenträger<br>5<br>• Krafteinleitungen und Kraftüberleitungen<br>6<br>• Behandlung statisch unbestimmter Strukturen - Die Deformationsmethode<br>7<br>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen<br>• Einführung an einfachen Beispielen - Das Verzweigungsproblem<br>8<br>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen<br>• Einführung an einfachen Beispielen - Das Durchschlagproblem<br>• Das Stabknicken<br>9<br>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen<br>• Einfluß der Plastizität beim Stabknicken<br>• Das Ritzsche Verfahren zur Lösung von Stabilitätsproblemen<br>10<br>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen<br>• Der Balken auf elastischer Bettung<br>• Das Biegedrillknicken<br>11<br>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen<br>• Ebene Flächentragwerke unter Axialdruck und Schub<br>• Kombinierte Beanspruchung<br>12<br>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen<br>• Das Diagonalzugfeld<br>• Die versteifte Platte<br>• Die unversteifte Zylinderschale unter Axialdruck, Außen- und Torsion<br>13<br>• Stabilitätsverhalten von Leichtbaustrukturen<br>• Die orthotrop versteifte Zylinderschale unter Axialdruck |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden beherrschen die wesentlichen Methoden, um Strukturen im Luft- und Raumfahrzeugbau entwerfen zu können.<br>• Sie sind in der Lage, statisch unbestimmte Strukturen zu analysieren und ingenieurmäßig zu bemessen.<br>• Sie kennen die wesentlichen Stabilitätsprobleme bei dünnwandigen Tragwerken und sind in der Lage, die Strukturen so zu entwerfen, dass kein Stabilitätsversagen auftritt wird.<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. Es wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Lösungsansätze vorzustellen. |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                             |                                          |           |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|------------|
| 14                                                                                                                                                                                          |                                          |           |            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Sandwichbauweise</li><li>• Versagensformen</li><li>• Kernwerkstoffe</li><li>• Stabilitätsverhalten</li></ul>                                    |                                          |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                      | <b>Benotung</b>                          |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"><li>• Leichtbau</li><li>• Mechanik I,II</li><li>• Werkstoffkunde</li></ul> | Eine 120-minütige Klausur                |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>                                                                                                                              |                                          |           |            |
| <b>Titel</b>                                                                                                                                                                                | <b>Prüfungs-<br/>dauer<br/>(Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Klausur Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt [MSLRT-1003.a]                                                                                                                              | 120                                      | 6         | 0          |
| Vorlesung Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt [MSLRT-1003.b]                                                                                                                            |                                          | 0         | 2          |
| Übung Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt [MSLRT-1003.c]                                                                                                                                |                                          | 0         | 2          |

**Modul: Numerische Strömungsmechanik I [MSLRT-1004]**

| <b>MODUL TITEL: Numerische Strömungsmechanik I</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | jedes 2. Semester | SS 2011             | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                     |                |
| 1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die numerische Strömungsmechanik</li> <li>Beispiele von Strömungssimulationen</li> <li>Grundlegende Erhaltungsgleichungen</li> <li>Variierende mathematische Formulierungen</li> </ul> 2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>physikalische Bedeutung der Charakteristiken</li> <li>Bestimmung des mathematischen Typs der Erhaltungsgleichungen</li> <li>Charakteristische Form der Erhaltungsgleichungen</li> </ul> 3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen</li> <li>Abbruchfelder und Konsistenz</li> </ul> 4<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Lösungsmethoden für skalare Gleichungen</li> </ul> 5<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilitätsanalyse von Anfangswertproblemen</li> <li>Diskrete Strömungstheorie</li> </ul> 6<br><ul style="list-style-type: none"> <li>von Neumann Analyse</li> <li>CFL Bedingung</li> </ul> 7<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Hirt'sche Stabilitätsanalyse</li> </ul> 8<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die numerische Lösung von Randwertproblemen</li> </ul> 9<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Klassische Iterationsverfahren</li> <li>Konvergenz iterativer Lösungsmethoden</li> </ul> 10<br><ul style="list-style-type: none"> <li>ILU, Krylov-Unterraum Methoden</li> </ul> 11<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Mehrgittermethoden</li> </ul> 12<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Transformation der partiellen Differentialgleichungen in krummlinige Koordinaten</li> <li>Abbruchfelder auf körperangepassten Netzen</li> </ul> 13<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Diskretisierung auf unstrukturierten Netzen</li> <li>adaptive Lösungsmethoden</li> <li>Dreiecks- und Tetraedernetze</li> <li>Hierarchische kartesische Netze</li> </ul> 14<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Vektorisierung und Parallelisierung von</li> <li>Lösungsalgorithmen</li> <li>Anwendungen</li> </ul> |              |                     | Fachbezogen:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse der partiellen Differentialgleichungen der Strömungsmechanik.</li> <li>Sie beherrschen die Grundlagen der Diskretisierung partieller Differentialgleichungen.</li> <li>Sie können numerische Methoden für die Lösung partieller Differentialgleichungen anwenden.</li> <li>Sie können Abbruchfehler numerischer Lösungsschemata bestimmen und verstehen deren Eigenschaften.</li> <li>Sie verstehen die Stabilität und Konsistenz von Lösungsschemata.</li> <li>Sie können Grenzwertprobleme mit iterativen Schemata lösen.</li> <li>Sie beherrschen die Diskretisierung für verschiedene Netztypen.</li> <li>Sie können Lösungsschemata auf verschiedenen Rechnerarchitekturen implementieren.</li> </ul> Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Die Diskussion verschiedener Beispiel numerischer Strömungssimulation fördert das Verständnis theoretischer Aspekte in praktischen Anwendungen.</li> <li>Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Benotung                  |    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse): <ul style="list-style-type: none"><li>• Strömungsmechanik I,II</li><li>• Höhere Mathematik</li><li>• Thermodynamik</li></ul> Voraussetzung für (z.B. andere Module): <ul style="list-style-type: none"><li>• Numerische Strömungsmechanik II</li></ul> | Eine 105-minütige Klausur |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Prüfungsdauer (Minuten)   | CP | SWS |
| Klausur Numerische Strömungsmechanik I [MSLRT-1004.a]                                                                                                                                                                                                                                                                            | 105                       | 4  | 0   |
| Vorlesung Numerische Strömungsmechanik I [MSLRT-1004.b]                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           | 0  | 2   |
| Übung Numerische Strömungsmechanik I [MSLRT-1004.c]                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           | 0  | 1   |

**Modul: Flugmechanisches Praktikum [MSLRT-1102]**

| <b>MODUL TITEL: Flugmechanisches Praktikum</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1            | 2                   | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | jedes 2. Semester | SS 2011             |                |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
| 1<br>• EINFÜHRUNG<br>• Zielsetzung<br>• Vorstellung des Flugverfahren-Übungsgerätes<br>• Vorstellung des Cockpit-Simulators<br>2<br>• 1. LINKTRAINERÜBUNG<br>• Vertrautmachung mit Simulator<br>• Checkliste, Motorstart, Motor-shutdown<br>3<br>• 2. LINKTRAINERÜBUNG<br>• Starten<br>• Geschwindigkeitskontrolle, Trimmzustände<br>4<br>• 3. LINKTRAINERÜBUNG<br>• Koordinierter Kurvenflug<br>• Schräglagen<br>5<br>• 4. LINKTRAINERÜBUNG<br>• Start, Platzrunde, Landung<br>6<br>• 5. LINKTRAINERÜBUNG<br>• Einführung in VOR<br>7<br>• 6. LINKTRAINERÜBUNG<br>• Einführung in ILS-Anflug<br>8<br>• COCKPITSIMULATORÜBUNG<br>• Platzrunde und ILS-Anflug<br>9<br>• EINFÜHRUNG IN DEN FLUGVERSUCH<br>• Vorstellung des Flugzeugmuster und der Sensorik<br>• Theoretische Vorstellung der Flugversuche<br>10<br>• VORBEREITENDE LINKTRAINERÜBUNG<br>• Vertrautmachung mit dem Fluggerät<br>• Einübung des Flugversuchsablaufes<br>11<br>• FLUGVERSUCHE<br>• Einweisung in das Flugzeugmuster und in Notfallverhalten<br>• Flugversuche zu Flugleistungen und Flugeigenschaften<br>12<br>• FLUGVERSUCHE<br>• Flugversuche zu Flugleistungen und Flugeigenschaften<br>13<br>• FLUGMESSTECHNIK<br>• Anstell- und Schiebewinkelmessung<br>• Geschwindigkeitsmessung |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden kennen die Bedeutung von Steuereingaben des Piloten und die Reaktion des Flugzeugs. Sie benennen mögliche Messverfahren zur Bestimmung von Flugleistungen und Flugeigenschaften.<br>• Sie verstehen die komplexen Zusammenhänge des Gesamtsystems "Pilot - Flugzeug - Umwelt".<br>• Sie vertiefen theoretisch erworbene Kenntnisse der Grundlagenfächer durch praktische Anwendung bei der Durchführung von simulierten Flügen.<br>• Sie sind in der Lage, verschiedene Messverfahren zu bewerten und das geeignete für eine Aufgabe auszuwählen.<br>• Die Studierenden sind fähig, die für einen einfachen Flugversuch erforderlichen Komponenten zusammen zu stellen und den Flugversuchsablauf zu konzipieren.<br>• Sie können die Ergebnisse eines Flugversuchs bewerten und entscheiden, ob diese in hinreichender Genauigkeit den untersuchten Flugzustand beschreiben.<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Das Flugmechanische Praktikum findet überwiegend in Gruppen von 3 Studierenden statt. Da jedem Teilnehmer eine Aufgabe zugewiesen wird, die erst im Zusammenspiel die Durchführung eines simulierten Fluges ermöglicht, lernen die Studierenden die Erforderlichkeit der Teamarbeit kennen (Crew Coordination Concept der Pilotenausbildung).<br>• Die Darstellung der Versuche und die Zusammenfassung der Flugmessergebnisse in Form eines Berichts befähigt die Studierenden, wesentliche Aspekte zu erkennen und in geeigneter Weise zu präsentieren. |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| 14                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• ABSCHLUSSBESPRECHUNG</li><li>• Flugversuchsauswertung</li><li>• Ergebnisdiskussion</li></ul>                                                                                                                 |                                 |    |     |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                      | Benotung                        |    |     |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"><li>• Flugdynamik</li></ul> Voraussetzung für (z.B. andere Module) : <ul style="list-style-type: none"><li>• Flugregelung</li></ul> |                                 |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                  |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Flugmechanisches Praktikum [MSLRT-1102.a]                                                                                                                                                                                                    |                                 | 2  | 0   |
| Flugmechanisches Praktikum [MSLRT-1102.ad]                                                                                                                                                                                                           |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Flugzeugbau II [MSLRT-1103]**

| <b>MODUL TITEL: Flugzeugbau II</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1            | 5                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | jedes 2. Semester | SS 2011             | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung der Widerstandsarten von Flugzeugen: Reibungswiderstand,</li> <li>Formwiderstand mit und ohne Ablösung, Interferenzwiderstand, induzierter</li> <li>Widerstand (mit Beschreibung der Wirbelmodelle).</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung des Wellenwiderstands im Trans- und im Überschallflug,</li> <li>Beschreibung transsonischer Profile und der Flächenregel, Einfluss der Flügelpfeilung.</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erklärung der unterschiedlichen Hochauftriebssysteme für Start und Landung (Spreizklappe, Wölbungsklappe, Spaltklappe, Fowlerklappe, Krügerklappe, Knicknase, Vorflügel), Darstellung der aerodynamischen Beiwerte.</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Behandlung der wichtigen Kriterien bei der Tragflügelauslegung (Flügelstreckung, Flügelfläche, Flügeldicke, Flügelspitzen, Verwindung, Pfeilung, Profilauswahl) und Diskussion der jeweiligen Auswirkungen auf die Flugleistungen und -eigenschaften.</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Darstellung der Beispiele zur Flügelauslegung anhand einiger</li> <li>unterschiedlicher existierender Flugzeuge mit jeweiliger Bewertung.</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Darstellung der Fluglasten, Manöverlasten im v-n-Diagramm,</li> <li>Lastverteilung beim Horizontalflug, Lasten beim Triebwerksausfall, Lasten bei schnellen Rudereingaben, Lasten infolge von Böen.</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung der instationären Lasten für die Stufenböe, Rampenböe und (1-cos)-Böe, Beschreibung des v-n-Diagramms für Böen.</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Behandlung der Bodenlasten beim Landestoß, der Energieaufnahme des Fahrwerks, der Kräfte auf die Räder (Andrehen und spring back).</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung der dimensionierenden Lastannahmen bei unterschiedlichen Flugzeugtypen</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Behandlung der Strukturermüdung, Konstruktionsprinzipien, Beschreibung der Dauerfestigkeit im Zusammenhang mit Werkstoffwahl, wobei zunehmend auch Faserverbundwerkstoffe zum Einsatz kommen.</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erklärung des Begriffs der Lastkollektive und der Vorgehensweise zur Berechnung der Lebensdauer einzelner Flugzeugbauteile.</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, das System Flugzeug zu überschauen und die gegenseitige Abhängigkeit der wesentlichen Flugzeugparameter systematisch zu analysieren.</li> <li>Sie haben gelernt, die unterschiedlichen Widerstandsarten bei Flugzeugen zu unterscheiden, zu erklären und zu berechnen. Die zusätzlichen Strömungswiderstände beim Flug mit Überschallgeschwindigkeit haben sie kennengelernt.</li> <li>Den Entwurf von Tragflügeln unter Berücksichtigung der vielseitigen Anforderungen haben sie verstanden.</li> <li>Sie sind in der Lage, die Vor- und Nachteile der für Start und Landung notwendigen Hochauftriebssysteme zu beschreiben.</li> <li>Die unterschiedlichen Lastfälle können sie erklären und die daraus entstehenden Strukturbelastungen der Flugzeugzelle ableiten.</li> <li>Sie sind in der Lage, den strukturellen Aufbau von Rumpf und Flügel zu beschreiben, die verschiedenen Werkstoffe zu benennen und die Strukturermüdung zu erklären.</li> <li>Sie haben gelernt, die zunehmend größeren Probleme der Aeroelastik zu überschauen und zu diskutieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Im Rahmen der Übungen haben die Studierenden Fähigkeiten erworben, im Team einige Teilaufgaben aus dem Bereich des Flugzeugentwurfs und der Flugleistungen zu lösen. Durch Korrektur und Bewertung dieser Hausarbeiten lernen sie, die wesentlichen Ergebnisse in klarer Form darzustellen.</li> </ul> |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                       |                                |           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------|------------|
| 12                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |           |            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Beschreibung der Grundbegriffe der Aeroelastik und Behandlung der Problematik beim Flugzeugentwurf und bei Windkanalmessungen.</li></ul>                                                                      |                                |           |            |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |           |            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Behandlung von wichtigen Fällen zur statischen Aeroelastik:</li><li>• Torsionskippen beim Rechteckflügel, aeroelastische Verformung beim nach vorn bzw. nach hinten gepfeilten Flügel, Ruderumkehr.</li></ul> |                                |           |            |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |           |            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Behandlung der dynamischen Aeroelastik: Erklärung des Zustandekommens von Flatterzuständen und des Zusammenspiels von Bieg- und Torsionsschwingungen, Vorgehen bei der Flatteranalyse.</li></ul>              |                                |           |            |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |           |            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Erklärung des strukturellen Aufbaus einzelner Flugzeugbauteile, insbesondere Bauelemente von Rumpf und Flügel (Holme, Stringer, Spante, Rippen, Beplankung/Haut).</li></ul>                                   |                                |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                | <b>Benotung</b>                |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse): <ul style="list-style-type: none"><li>• Flugzeugbau I</li></ul>                                                                                                             | Eine 120-minütige Klausur      |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>                                                                                                                                                                                        |                                |           |            |
| <b>Titel</b>                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Klausur Flugzeugbau II [MSLRT-1103.a]                                                                                                                                                                                                                 | 120                            | 5         | 0          |
| Vorlesung Flugzeugbau II [MSLRT-1103.b]                                                                                                                                                                                                               |                                | 0         | 2          |
| Übung Flugzeugbau II [MSLRT-1103.c]                                                                                                                                                                                                                   |                                | 0         | 2          |

**Modul: Raumflugmechanik I [MSLRT-1201]**

| <b>MODUL TITEL: Raumflugmechanik I</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
| 1<br>• SONNENSYSTEM<br>2<br>• ALLGEMEINE DEFINITIONEN<br>• Maßsysteme<br>• Koordinatensysteme<br>• Zeitdefinitionen<br>3<br>• ZWEI-KÖRPER-PROBLEM<br>• Kepler<br>• Newton<br>4<br>• BEWEGUNGSGLEICHUNGEN<br>5<br>• LÖSUNG DER RELATIVBEWEGUNG<br>6<br>• KEGELSCHNITTE<br>• Grundaufgaben<br>7<br>• SCHWEREFELD DER ERDE<br>8<br>• BALLISTISCHE BAHNEN<br>9<br>• FLUCHT- UND EINFANGBAHNEN<br>10<br>• ÜBERGANGSBAHNEN<br>• Hohmann-Transfer<br>11<br>• BI-Elliptische Übergangsbahnen<br>• Räumliche Übergangsbahnen<br>12<br>• GESCHWINDIGKEITSTRANSFORMATIONEN<br>• Swing-By<br>13<br>• LAMBERT'S THEOREM<br>14<br>• Anwendung Lambert'sches Theorem |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Berechnung von Raumflugbahnen unter dem Einfluss von zwei gravitationsbehafteten Körpern<br>• Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben der Auslegung von ballistischen Bahnen, Flucht- und Einfangbahnen und Übergangsbahnen anzuwenden<br>• Die Studierenden können die Anwendbarkeit und die Grenzen der hergeleiteten Methoden beurteilen<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• keine |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     | <b>Benotung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse):<br>• Raumfahrzeugbau I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                     | Eine mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |

| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN |                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Titel                                               | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Raumflugmechanik I [MSLRT-1201.a]           |                                 | 4  | 0   |
| Vorlesung Raumflugmechanik I [MSLRT-1201.b]         |                                 | 0  | 2   |
| Übung Raumflugmechanik I [MSLRT-1201.c]             |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Raumfahrzeugbau I [MSLRT-1203]**

| <b>MODUL TITEL: Raumfahrzeugbau I</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1            | 5                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                     |                |
| 1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick und historische Entwicklung</li> <li>• Industrie, Forschung und Institutionen in der Raumfahrt</li> </ul> 2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Raumfahrtantriebe: Physikalische Größen und Definitionen</li> <li>• Funktionsweisen und Charakteristika der verschiedenen Antriebsarten</li> </ul> 3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauweisen von Feststofftriebwerken</li> <li>• Zyklen der Flüssigkeitstriebwerke</li> <li>• Leistungs- und Energiebetrachtung an elektrischen Antrieben</li> </ul> 4<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung der Schubgleichung</li> <li>• Definition und Betrachtung unterschiedlicher Wirkungsgrade</li> </ul> 5<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen und Prozesse bzgl. Düsenströmung</li> <li>• Düsenauslegung</li> <li>• Triebwerkskühlung</li> </ul> 6<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziolkowsky-Gleichung (Tsiolkovsky)</li> <li>• Betrachtung der Massen</li> <li>• Stufungsprinzip und -optimierung</li> </ul> 7<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Atmosphäre</li> <li>• Modellatmosphäre: Annahmen und Berechnung</li> <li>• Fluktuationen</li> </ul> 8<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichtemessung mittels Satellit</li> <li>• Ionosphäre</li> <li>• Magnetosphäre</li> </ul> 9<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahntypen</li> <li>• Zweikörperproblem</li> <li>• LEO, GEO, GTO, SSO</li> </ul> 10<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• komplanare Bahnübergänge unter kontinuierlichem Schub</li> <li>• Hohmann-Transfer</li> <li>• Änderung der Bahnebene</li> </ul> 11<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichung für Aufstiegsbahnen</li> <li>• Gravity loss</li> <li>• Widerstandsverluste</li> </ul> 12<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Ariane 5</li> <li>• Space Shuttle</li> <li>• Sojus</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden 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, Antriebsvermögen und Treibstoffverbrauch einer Rakete sowie deren Optimierung mittels Stufung zu berechnen.</li> <li>• Sie kennen den Aufbau der Atmosphäre sowie übliche Standardmodelle und begreifen die Auswirkungen auf Aufstiegsbahnen 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> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden werden befähigt, eine systemische Betrachtung von Raumfahrzeugen zu vollziehen.</li> <li>• Sie haben gelernt, Lösungsvorschläge zur Missionsauslegung von Raumfahrzeugen zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).</li> </ul> |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |    |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----|-----|
| 13                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Ballistischer Wiedereintritt: Bewegungsgleichung, Berechnung von Trajektorie und Verzögerungsbelastung</li></ul>                                                                                                    |                         |    |     |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                             | Benotung                |    |     |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"><li>• Englisch</li></ul> Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): <ul style="list-style-type: none"><li>• Raumfahrzeugbau II</li></ul> | Eine mündliche Prüfung  |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                         |                         |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                       | Prüfungsdauer (Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Raumfahrzeugbau I [MSLRT-1203.a]                                                                                                                                                                                                                    |                         | 5  | 0   |
| Vorlesung Raumfahrzeugbau I [MSLRT-1203.b]                                                                                                                                                                                                                  |                         | 0  | 2   |
| Übung Raumfahrzeugbau I [MSLRT-1203.c]                                                                                                                                                                                                                      |                         | 0  | 2   |

**Modul: Raumfahrtantriebe I [MSLRT-1205]**

| MODUL TITEL: Raumfahrtantriebe I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |              |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1     | 5            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |              |         |
| <div>1</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Funktionsweise und Aufbau eines Raketentriebwerks</li></ul> <div>2</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Einführung der charakteristischen Kenngrößen</li></ul> <div>3</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Übersicht der Bauarten von Raketentriebwerken (chemisch, nuklear, elektrisch)</li></ul> <div>4</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Gasdynamische Grundlagen der Düsenströmung</li></ul> <div>5</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Düsenauslegung</li></ul> <div>6</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Flüssigkeitstriebwerke: Verbrennungsgüte, Treibstoffe, Basiszyklen, Brennkammer (Geometrie, Injektorelemente, Treibstoffaufbereitung, Kühlkonzepte, Pumpensysteme)</li></ul> <div>7</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Feststofftriebwerke: Komponenten, Treibstoffarten, innere Ballistik, Gestaltung der Abbrandfläche bezüglich des Schubes, Treibstoffherstellungsprozess</li></ul> |       |              | <div>Fachbezogen:</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Die Studierenden kennen die Funktionsweise und den Aufbau eines Raketentriebwerks und seine charakteristischen Kenngrößen.</li><li>Sie können verschiedene Bauarten von Raketentriebwerken erläutern.</li><li>Sie beherrschen die gasdynamischen Grundlagen der Düsenströmung und können auf dieser Basis Düsen für Raketentriebwerke auslegen.</li><li>Sie kennen die Elemente von Flüssigkeits- und Feststofftriebwerken und können zugehörige Prozesse beschreiben.</li></ul> <div>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</div> <ul style="list-style-type: none"><li>keine</li></ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |              |         |
| <div>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse):</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Thermodynamik</li><li>Strömungsmechanik</li><li>Grundlagen der Turbomaschinen</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              | <div>Eine schriftliche Prüfung</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Raumfahrtantriebe I [MSLRT-1205.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         | 5            | 0       |
| Vorlesung Raumfahrtantriebe I [MSLRT-1205.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         | 0            | 2       |
| Übung Raumfahrtantriebe I [MSLRT-1205.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         | 0            | 2       |

**Modul: Flugführung [MSLRT-1301]**

| MODUL TITEL: Flugführung                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                     | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1                                                                                                                                | 1     | 5            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                              |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                           |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
| 1<br>• Übersicht<br>2<br>• Flugmesstechnik<br>3<br>• Flugnavigation<br>4<br>• Flugsicherung<br>5<br>• Mensch-Maschine System     |       |              | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden kennen und verstehen die technischen Mittel zur Unterstützung des Menschen bei der Flugführungsaufgabe (Flugmesstechnik, Flugnavigation, Flugsicherung, Mensch-Maschine Fragen)<br>• Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse auf Aufgabenstellungen des Flugversuchs und der Flugnavigation anzuwenden<br>• Die Studierenden können die Notwendigkeiten unterschiedlicher technischer Mittel zur erfolgreichen Durchführung der Flugführungsaufgabe beurteilen<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• keine |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                  |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |              |         |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br>• Flugdynamik<br>• Grundlagen der Flugmechanik |       |              | Eine mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                              |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Flugführung [MSLRT-1301.a]                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         | 5            | 0       |
| Vorlesung Flugführung [MSLRT-1301.b]                                                                                             |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         | 0            | 2       |
| Übung Flugführung [MSLRT-1301.c]                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         | 0            | 2       |

**Modul: Ähnlichkeitsprobleme des Maschinenbaus [MSLRT-1302]**

| <b>MODUL TITEL: Ähnlichkeitsprobleme des Maschinenbaus</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1            | 5                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | jedes 2. Semester | SS 2011             | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                     |                |
| 1<br>• Einführung<br>• Das Ähnlichkeitsprinzip: Ziele, Analyse usw.<br>2<br>• Einfache Ähnlichkeitsprobleme<br>• Einführung in die Methodik der Ähnlichkeitstheorie<br>• Dimensionslose Größen<br>3<br>• Einflussgrößen<br>• Ähnlichkeitsbedingungen<br>4<br>• Ähnlichkeitsbedingungen (Fortsetzung)<br>• Randbedingungen für Experimente<br>5<br>• Grunddimensionen<br>• Matrix-Schema<br>6<br>• Pi-Theorem<br>• Anzahl der Bezugsgrößen<br>7<br>• Strömungsprobleme (allgemein)<br>• Isovolumetrische Strömungen<br>8<br>• Oberflächenströmungen (inkompressibles Fluid)<br>9<br>• Kompressible Fluide<br>10<br>• Instationäre Strömungen<br>• Strömungen in Turbomaschinen<br>11<br>• Wärmeübertragung (allgemein)<br>• Konvektion<br>• Strahlung<br>12<br>• Schwingungen<br>13<br>• Baureihenentwicklung<br>14<br>• Diskussionsrunde<br>• Betrachtung von Ähnlichkeitsprobleme in realen Prüfständen |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden kennen das Ähnlichkeitsprinzip und sind in der Lage es für eine Vielzahl von Problemen im Maschinenbau anzuwenden.<br>• Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundlagen der jeweiligen Probleme und können mittels einer Ähnlichkeitsbetrachtung, in der sie Kenngrößen ableiten, dieses Problem vereinfachen.<br>• Die Studierenden sind in der Lage Grunddimensionen und Bezugsgrößen eines Problems zu identifizieren.<br>• Die Studierenden können die optimale Lösung auswählen (mit den wenigsten dimensionslosen Parametern).<br>• Sie können dimensionslose Parameter in physikalisch sinnvolle und allgemein angewandte Parameter umwandeln.<br>• Die Studierenden können die Resultate der Ähnlichkeitsbetrachtung in für das Hauptproblem relevante Größen umwandeln.<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Übungsaufgaben werden individuell gelöst, damit die Studierenden die Fähigkeit entwickeln, selbständig Lösungsansätze zu erarbeiten. |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                     | <b>Benotung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse):<br>• Strömungslehre<br>• Wärme- und Stoffübertragung<br>• Grundlagen der Turbomaschinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     | Eine 120-minütige Klausur.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |

| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN             |                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Titel                                                           | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Klausur Ähnlichkeitsprobleme des Maschinenbaus [MSLRT-1302.a]   | 120                             | 5  | 0   |
| Vorlesung Ähnlichkeitsprobleme des Maschinenbaus [MSLRT-1302.b] |                                 | 0  | 2   |
| Übung Ähnlichkeitsprobleme des Maschinenbaus [MSLRT-1302.c]     |                                 | 0  | 2   |

**Modul: Strömungsmaschinen [MSLRT-1303]**

| <b>MODUL TITEL: Strömungsmaschinen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1            | 5                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                     |                |
| 1<br>• Arten, Typen und Anwendungsgebiete von Strömungsmaschinen<br>2<br>• zweidimensionale Strömung in Turbomaschinen<br>• Betrachtung zur reibungsfreien Gitterströmung<br>3<br>• Größen zur Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie<br>• Profilsystematik<br>4<br>• Gitterauslegung<br>5<br>• Verfahren für einen ersten Entwurf<br>6<br>• Auslegungsaspekte<br>• Festigkeitsfragen<br>• Thermische Auslegung<br>7<br>• Betrachtung zur reibungsbehafteten Gitterströmung<br>• Transsonische Gitterströmung<br>8<br>• Zusammenwirken von Gittern und Stufen<br>• Strömungsverluste<br>9<br>• Dreidimensional Strömung in Turbomaschinen<br>• Charakteristisches Strömungsbild<br>10<br>• Sekundärströmungsphänomene<br>11<br>• 3-D Schaufelgitterinteraktion<br>12<br>• Rechenmodelle zur Erfassung dreidimensionaler Verluste<br>13<br>• Betriebsverhalten von Verdichtern und Turbinen<br>14<br>• Betriebsgrenzen<br>15<br>• Betriebseinflüsse<br>• Regelung von Verdichtern und Turbinen<br>• An- und Abfahren, Laständerungen |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden können die Strömungsvorgänge in Turbomaschinen erklären und beurteilen.<br>• Sie sind in der Lage, Profilformen für die verschiedenen Aufgabenstellungen auszulegen.<br>• Sie sind in der Lage, aufgrund vorgegebener Randbedingungen das Betriebsverhalten zu analysieren und die Betriebsgrenzen von Turbomaschinen zu erkennen.<br>• Die Studierenden kennen die Verlustentstehungsmechanismen und -formen in Turbomaschinen bzw. in Schaufelgittern.<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren<br>• Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen. |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     | <b>Benotung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse):<br>• Thermodynamik<br>• Strömungsmechanik I<br>• Grundlagen der Turbomaschinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     | Eine 120-minütige Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                     |                |

| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN |                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Titel                                               | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Klausur Strömungsmaschinen [MSLRT-1303.a]           | 120                             | 5  | 0   |
| Vorlesung Strömungsmaschinen [MSLRT-1303.b]         |                                 | 0  | 2   |
| Übung Strömungsmaschinen [MSLRT-1303.c]             |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Raumfahrtmedizin [MSLRT-1305]**

| MODUL TITEL: Raumfahrtmedizin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1     | 4            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | jedes 2. Semester       | SS 2011      | deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |              |         |
| <div>1</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Geschichte der bemannten Raumfahrt, Physik der Atmosphäre, Strahlung</li></ul> <div>2</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lebenserhaltungssystem Raumschiff; aktuelle und geplante Raumtransportsysteme, Raumanzüge</li></ul> <div>3</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Physiologie I: Beschleunigung, Herz-Kreislauf, Drucktoleranz</li></ul> <div>4</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Physiologie II: Atmung, Lunge, Räumliche Orientierung, Übelkeit</li></ul> <div>5</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Astronautenauswahl, Astronautentraining</li></ul> <div>6</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Effekte der Schwerelosigkeit I: Orientierung, Bewegung, Leistungsfähigkeit, Herz-Kreislaufsystem</li><li>• Rückenschmerzen, Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt, Hunger, Durst</li></ul> <div>7</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Effekte der Schwerelosigkeit II: Knochen, Muskulatur, Immunsystem, Lunge, Strahlung, Psyche</li></ul> <div>8</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Countermeasure-Entwicklung</li></ul> <div>9</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aktuelle Forschungsprojekte, terrestrische Anwendung</li></ul> <div>10</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Exo- und Astrobiologie, Zukunftsprojekte Mond/Mars</li></ul> <div>11</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vertiefung</li><li>• Klausur</li></ul> <div>12</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ganztägige Exkursion zum DLR Köln</li></ul> |       |              | <div>Fachbezogen:</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen der Physiologie</li><li>• Grundlagen der Physiologie in Schwerelosigkeit</li><li>• Astronautenausbildung und -Training</li><li>• Grundlagen der Strahlenbiologie</li><li>• Grundlagen der Exo- und Astrobiologie, der Planetary Protection</li><li>• Lebenswissenschaftliche Forschung unter Weltraumbedingungen</li><li>• Raumschiffe als Habitate</li></ul> <div>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• keine</li></ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |              |         |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse): <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen Raumfahrttechnik</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              | Eine 60-minütige Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Klausur Raumfahrtmedizin [MSLRT-1305.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 60                      | 4            | 0       |
| Vorlesung/Übung Raumfahrtmedizin [MSLRT-1305.bc]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         | 0            | 3       |

**Modul: Wärme- und Stoffübertragung II [MSLRT-1307]**

| MODUL TITEL: Wärme- und Stoffübertragung II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1     | 5            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
| 1<br>• Strahlung aktiver Medien<br>• Gasstrahlung<br>• Strahlungstransportgleichung<br>2<br>• Wärmeübertragung bei Kondensation und Verdampfung<br>• Wärmeübertragung bei der Kondensation<br>• Behältersieden<br>• Verdampfung im Rohr<br>3<br>• Kontaktwärmeübertragung<br>4<br>• Anwendung der Laplace-Transformation auf Wärmeleitungsprobleme<br>5<br>• Weiterführende Stoffübertragung |       |              | Fachbezogen:<br>• Nach erfolgreich abgelegter Prüfung sind Studenten in der Lage, komplexe Zusammenhänge in den Themenbereichen Strahlung von Gasen, Phasenwechsel und Stoffübertragung zu analysieren, formal zu erfassen und im Hinblick auf technische Fragestellungen zu interpretieren.<br>• Sie kennen die grundsätzlichen Mechanismen und Einflussgrößen für das Phänomen der Kontaktwärmeübertragung und sind in der Lage, effektive Wärmeübergangskoeffizienten zu ermitteln.<br>• Sie beherrschen die Anwendung der Laplace-Transformation zur analytischen Lösung partieller Differentialgleichungen, die zweidimensionale oder instationäre Wärmeleitungsprobleme beschreiben. |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |              |         |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):<br>• Wärme- und Stoffübertragung I<br>• Strömungsmechanik                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              | Eine schriftliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Wärme- und Stoffübertragung II [MSLRT-1307.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         | 5            | 0       |
| Vorlesung Wärme- und Stoffübertragung II [MSLRT-1307.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         | 0            | 2       |
| Übung Wärme- und Stoffübertragung II [MSLRT-1307.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         | 0            | 1       |

**Modul: Kurzzeitströmungsmesstechnik [MSLRT-1311]**

| <b>MODUL TITEL: Kurzzeitströmungsmesstechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1            | 3                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                     |                |
| 1<br>• Optische Methoden zur Strömungsvisualisierung<br>• Grundlagen der geometrischen Optik<br>2<br>• Herleitung der Linsengleichung<br>• Bildkonstruktion<br>3<br>• Krümmung und Auslenkung eines Lichtstrahls infolge eines Dichtegradienten<br>• Schattenverfahren<br>4<br>• Schlierenverfahren, Strahlengänge und mögliche Anordnungen<br>5<br>• Bildfehler, Farbschlierensysteme<br>6<br>• Aufbau eines Schlierensystems und Untersuchung der optischen Qualität (Labor)<br>7<br>• Interferenzverfahren, Mach-Zehnder-Interferometer<br>8<br>• Michelson-Interferometer<br>9<br>• Sonden zur Messung des konvektiven Wärmestroms mit Ansprechzeiten im Mikrosekundenbereich<br>• Berechnungsmodell<br>10<br>• Eindimensionales Wärmeübergangsmodell zur Bestimmung des Wärmestroms<br>• Prinzip des halbumendlich ausgedehnten Körpers<br>11<br>• Abschätzung der nötigen Substratdicke<br>• Thermoelemente zur Bestimmung des konvektiven Wärmestroms<br>12<br>• Messung zeitlich veränderlicher Drücke mit schnellen piezoelektrischen und piezoresistiven Drucksonden<br>13<br>• Digitale Signalverarbeitung<br>• Anforderungen an die Hardware<br>14<br>• Klassifizierung von Signalen<br>• Beschreibung stochastischer Signale im Zeit- und Frequenzbereich<br>• Korrelationsfunktionen, Abtasttheorem<br>15<br>• Labordemonstration Wärmestrom- und Druckmesstechnik |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden sind vertraut mit den wichtigsten Mess- und Visualisierungsmethoden der Strömungsmesstechnik, besonders im Hinblick auf Kurzzeitanwendungen.<br>• Sie sind in der Lage, diese selbständig zu analysieren und deren Genauigkeiten sowie Fehlereinflüsse abzuschätzen<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• keine |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |                     | <b>Benotung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                     |                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     | Eine mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |

| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN   |                                 |    |     |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Titel                                                 | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Kurzzeitströmungsmesstechnik [MSLRT-1311.a]   |                                 | 3  | 0   |
| Vorlesung Kurzzeitströmungsmesstechnik [MSLRT-1311.b] |                                 | 0  | 1   |
| Übung Kurzzeitströmungsmesstechnik [MSLRT-1311.c]     |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Anwendungen der Lasertechnik [MSLRT-1313]**

| <b>MODUL TITEL: Anwendungen der Lasertechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1            | 6                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | jedes 2. Semester | SS 2011             | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| 1<br>• Einführung:<br>• Verbreitung der Lasertechnik/Markt<br>• Überblick der verschiedenen Laserverfahren<br>2<br>• Werkzeug Laserstrahl:<br>• Eigenschaften des Gaußschen Strahls<br>• Strahlumformung und -transport<br>3<br>• Lasersysteme für die Materialbearbeitung:<br>• Gas-/Excimer-Laser<br>• Festkörper-/Diodenlaser<br>4<br>• Wechselwirkung von Laserstrahlung und Materie:<br>• Fresnelsche Formeln<br>• Inverse Bremsstrahlung<br>5<br>• Wärmeleitung im Werkstück:<br>• Isolatoren/Metalle<br>• Bsp.: Martensitisches Härten<br>6<br>• Oberflächentechnik:<br>• Massentransport/Diffusion<br>• Beschichten/Legieren/Dispergieren/Polieren<br>7<br>• Rapid Prototyping:<br>• Lasergenerieren/Selective Lasermelting<br>• Biegen<br>8<br>• Fügen:<br>• Wärmeleitungsschweißen/Tiefschweißen<br>• Löten<br>9<br>• Abtragen:<br>• Bohren<br>• Reinigen/Beschriften<br>10<br>• Schneiden:<br>• Schmelzschnitten/Brennschnitten<br>• Sublimierschnitten<br>11<br>• Prozessüberwachung:<br>• koaxiale Prozessüberwachung/akustische Prozessanalyse<br>• Regelstrategien<br>12<br>• Messen:<br>• Triangulation<br>• Stoffanalyse |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden kennen die für die Materialbearbeitung wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung und können diese berechnen.<br>• Die wesentlichen Wechselwirkungen von Laserstrahlung und Materie und Transportprozesse innerhalb eines Werkstücks sind qualitativ verstanden und können für praxisrelevante Spezialfälle berechnet werden.<br>• Alle industriellen Anwendungen der Lasertechnik sind in ihren Mechanismen bekannt und können in ihren Systemparametern voneinander abgegrenzt werden.<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren. |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                    |                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------|
| 13                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Kommunikationstechnik und optische Datenspeicher:</li><li>• Multiplexing/Glasfasernetze</li><li>• CD/DVD/BlueRay</li></ul> |                           |            |
| 14                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Lebenswissenschaften und Medizintechnik:</li><li>• Multiphotonenmikroskopie</li><li>• Ophtalmologie</li></ul>              |                           |            |
| 15                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenfassung:</li><li>• neue Verfahren im Laborstadium</li><li>• Ausblick</li></ul>                                     |                           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                    | <b>Benotung</b>           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse): <ul style="list-style-type: none"><li>• Physik</li><li>• Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen</li></ul> |                                                                                                                                                                    | Eine 120-minütige Klausur |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                    |                           |            |
| <b>Titel</b>                                                                                                                                                                                                | <b>Prüfungs-<br/>dauer<br/>(Minuten)</b>                                                                                                                           | <b>CP</b>                 | <b>SWS</b> |
| Klausur Anwendungen der Lasertechnik [MSLRT-1313.a]                                                                                                                                                         | 120                                                                                                                                                                | 6                         | 0          |
| Vorlesung Anwendungen der Lasertechnik [MSLRT-1313.b]                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                    | 0                         | 2          |
| Übung Anwendungen der Lasertechnik [MSLRT-1313.c]                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                    | 0                         | 2          |

**Modul: Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen [MSLRT-1315]**

| <b>MODUL TITEL: Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
| <p>1 Thema: Einführung / Zulassungsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung: Geschichtliches, Beispiele einiger richtungsweisender Leichtflugzeuge, Zulassungsvorschriften (CS 23, CS-VLA, CS-22, LTF-UL)</li> <li>Übung: Besuch FVA-Werkstatt und Flugplatz Merzbrück (freiwillig), Besichtigung einiger Leichtflugzeuge (Grob G 109 / ASW 28 / DR 400)</li> </ul> <p>2 Thema: Leichtbaugrundsätze / Konfiguration und Bauweisen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung: Leichtbaugrundsätze nach Messerschmitt, Missionen und Anforderungen an Leichtflugzeuge, Konfiguration und Bauweisen</li> <li>Übung: Erstellen Mission / Anforderungsliste, Wahl einer Konfiguration, Erste Projektskizze</li> </ul> <p>3 Thema: Aerodynamik für die Lastenrechnung I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung: Koordinatensysteme, Größen- und Einheitenkonventionen, Verfahren zur Berechnung der Luftlasten sowie deren Angriffspunkte in Auftriebsbeiwertes von Tragflügeln Spannweiten- und Tiefenrichtung, Bestimmung des maximalen</li> <li>Übung: Tragflügelentwurf nach CS-VLA</li> </ul> <p>4 Thema: Aerodynamik für die Lastenrechnung II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung: Erstellung der Flugzeugpolare, Tragflügelentwurf - Einfluss wichtiger Entwurfsparameter auf die angreifenden Lasten und den Strukturentwurf</li> <li>Übung: Tragflügelentwurf nach CS-VLA (Fortsetzung), Berechnung des max. Auftriebsbeiwertes, Berechnung der Bezugsflügeltiefe</li> </ul> <p>5 Thema: Flugmechanik / Flugleistungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung: Festlegung der Leitwerkshebelarme und Flächen, Triebwerksleistungsdiagramme / Propellerwirkungsgrade, Flugleistungen für die Lastenrechnung</li> <li>Übung: Leitwerksgrößen festlegen, Gesamtpolare erstellen, Flugleistungen</li> </ul> <p>6 Thema: Massen- und Massenträgheitsmomente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung: Definition der Massen eines Flugzeuges nach Luftfahrtnorm, Vergrößerungsfaktor der Masse nach Hertel - Bedeutung des Leichtbaus, Möglichkeiten zur Abschätzung der Massenverteilung im frühen Entwurfsstadium (Statistiken, überschlägige Dimensionierung), Trägheitsmomente des Flugzeuges</li> <li>Übung: Massen nach Statistik, Trägheitsmomente</li> </ul> <p>7 Thema: Lastannahmen I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung: Vorgehen bei der Lastenrechnung, V-n-Diagramm als Einhüllende aller Flugzustände, Nachzuweisende Lastfälle nach den Zulassungsvorschriften</li> <li>Übung: Erstellen des V-n-Diagramms nach CS-VLA</li> </ul> <p>8 Thema: Lastannahmen II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung: Nachzuweisende Lastfälle nach den Zulassungsvorschr. (Fortsetzung), Schnittlastenbestimmung Flügel und Leitwerke, Schnittlastenbestimmung Rumpf</li> <li>Übung: Vorrechnen eines Beispiellastfalls nach CS-VLA, Bestimmung der Schnittlasten Flügel und Rumpf</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Strukturentwurf wird maßgeblich vom aerodynamischen bzw. flugmechanischen Entwurf beeinflusst und umgekehrt.</li> <li>Die Studierenden haben einen praxisnahen Einblick in den interdisziplinären Prozess der Lastenrechnung und des Strukturentwurfes am Beispiel von Leichtflugzeugen.</li> <li>Sie kennen verschiedene Themen aus den Bereichen Aerodynamik, Flugmechanik, Strukturmechanik, Aeroelastik, Werkstoffkunde und Konstruktionslehre hinsichtlich ihrer Anwendung auf den Strukturentwurf von Leichtflugzeugen.</li> <li>In den Übungen wird der Vorlesungsstoff anhand der Berechnung eines typischen, einmotorigen Schulungs- und Sportflugzeuges nachvollzogen.</li> <li>Den Hörern der Vorlesung wird freigestellt, begleitend zur Vorlesung eigene Entwürfe in Hausarbeit durchzurechnen</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------|------------|
| <div>9 Thema: Konstruktive Gestaltung / Werkstoffe</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung: Konstruktive Gestaltung von Zellenbaugruppen und Krafteinleitungsstellen, Detailbeispiele ausgeführter Konstruktionen, Werkstoffe / Werkstoffkennwerte</li><li>• Übung: Bestimmung der Schnittlasten Flügel und Rumpf (Fortsetzung)</li></ul></div> <div>10 Thema: Dimensionierung von Tragflügeln und Leitwerken</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung: Vorgehen bei der Dimensionierung von Tragflügeln u. Leitwerken, Statische Dimensionierung eines typischen Vollschaalenflügels in Faserverbund-Sandwichbauweise</li><li>• Übung: Vordimensionierung von Holm und Schale, Dimensionieren von Klebeverbindungen</li></ul></div> <div>11 Thema: Dimensionierung von Tragflügeln und Leitwerken II</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung: , Stabilitätsprobleme (Beulen), Berechnung von Krafteinleitungsstellen und Trennstellen (Wurzelrippe)</li><li>• Übung: Beulen, Wurzelrippe</li></ul></div> <div>12 Thema: Dimensionierung von Rumpfen</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung: Festigkeitsrechnung von Rumpfen in Schalen- und Fachwerkbauweise</li><li>• Übung: Berechnung eines Rumpfes in Stahlrohr-Fachwerkbauweise</li></ul></div> <div>13 Thema: Aeroelastische Problemstellungen</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung: Stationäre Aeroelastik - Einfluss der elastischen Deformation auf die angreifenden Lasten und die Flugleistungen, Dynamische Aeroelastik (Flattern)</li><li>• Übung: Fortsetzung Rumpfberechnung</li></ul></div> <div>14 Thema: Abschlussveranstaltung</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung: Zusammenfassung, Möglichkeiten zur Weiterbildung / Praktika</li><li>• Übung: Präsentation von begleitend zur Vorlesung erstellten studentischen Entwürfen (optional)</li></ul></div> |                                    |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Benotung</b>                    |           |            |
| <div>Empfohlene Voraussetzungen:</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>• Leichtbau</li><li>• Strukturentwurf der Luft- und Raumfahrt</li><li>• Flugzeugbau I</li><li>• Aerodynamik</li><li>• Faserverbundwerkstoffe</li><li>• Flugmechanik</li></ul></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <div>Eine mündliche Prüfung.</div> |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |           |            |
| <b>Titel</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Prüfungsdauer (Minuten)</b>     | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen [MSLRT-1315.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    | 4         | 0          |
| Vorlesung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen [MSLRT-1315.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    | 0         | 2          |
| Übung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen [MSLRT-1315.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    | 0         | 1          |

**Modul: Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen [MSLRT-1316]**

| <b>MODUL TITEL: Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                     |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| 1<br>• Einführung<br>• Anforderungen an Raumfahrtstrukturen<br>• Die Phasen einer Raumfahrzeugentwicklung<br>• Missionsanalyse und Umgebungsbedingungen<br>2<br>• Definition und Aufgaben von Subsystemen<br>• Aufgaben und Anforderungen an Trägersysteme<br>• Integration von Nutzlasten<br>• Lasten während des Starts<br>3<br>• Aufgaben der Strukturmechanik in den Phasen der Entwicklung<br>• Design Kriterien und Lastannahmen<br>• Konfigurationsentwicklung<br>4<br>• Strukturkonzepte<br>• Werkstoffe<br>• Verbindungstechniken<br>• Ausgeführte Raumfahrzeuge<br>5<br>• Strukturelemente:<br>• Strukturidealisierung<br>• Positive und negative Konstruktionsbeispiele<br>• Eindimensionale Strukturelemente<br>6<br>• Strukturelemente:<br>• Schubfeldträger<br>• Ringe und Schalen<br>7<br>• Strukturelemente:<br>• Schalen-Membrantheorie<br>• Der Ring als Spant<br>• Schalen-Halbmembrantheorie<br>8<br>• Strukturelemente:<br>• Druckbehälter<br>• Stabilitätsverhalten der Strukturelemente<br>9<br>• Strukturdynamik:<br>• Einführung<br>• Bewegungsgleichung-SDOF-Systeme<br>10<br>• Strukturdynamik:<br>• Bewegungsgleichung-MDOF-Systeme<br>• Näherungsweise Bestimmung der Eigenfrequenzen<br>11<br>• Schutz gegen Einschläge von Weltraummüll und Mikrometeoriten<br>12<br>• Verifikation, Qualifikation und Abnahme von Strukturen |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden beherrschen die Schritte der Strukturauslegung von Raumfahrzeugen vom Anfang eines Projekts (Konzeptstudien) bis zum Ende (Qualifikation und Abnahme) kennen.<br>• Sie sind in der Lage, basierend auf der Aufgabenstellung für das geplante Raumfahrzeug, geeignete Strukturkonzepte zu entwickeln.<br>• Dem Schwerpunkt der Vorlesung entsprechen, werden die Studierenden in der Lage sein, in der Entwurfsphase Konzepte zu entwerfen, die eine gute Basis für spätere Detailarbeiten darstellen.<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten.<br>• Die Studierenden erhalten die Möglichkeit, eigene Entwürfe in Gruppenarbeit zu erarbeiten und abschließend zu präsentieren und zu diskutieren. |                   |                     |                |

| Voraussetzungen                                                                                                                             |  | Benotung                        |    |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|----|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"><li>• Leichtbau I</li><li>• Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt</li></ul> |  | Eine schriftliche Prüfung       |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                         |  |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                       |  | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen [MSLRT-1316.a]                                                                            |  |                                 | 4  | 0   |
| Vorlesung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen [MSLRT-1316.b]                                                                          |  |                                 | 0  | 2   |
| Übung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen [MSLRT-1316.c]                                                                              |  |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Faserverbundstrukturen [MSLRT-1318]**

| <b>MODUL TITEL: Faserverbundstrukturen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1            | 3                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | jedes 2. Semester | SS 2011             | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung: Überblick über geschichtliche Entwicklung der Faserverbundwerkstoffe in der Luftfahrt</li> <li>Rechenmodelle für die strukturelle mechanische Auslegung</li> <li>Grundlagen der strukturelle mechanischen Behandlung dünnwandiger Lamine</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die strukturelle mechanischen Eigenschaften einer unidirektionalen Faserschicht</li> <li>Elastizitätsgesetz des dünnwandigen Mehrschichtverbunds - Klassische Laminattheorie</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Spannungsermittlung in den Faserschichten bei mechanischer Beanspruchung</li> <li>Verhalten von Laminaten bei Temperatureinwirkung und Feuchteaufnahme</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Festigkeitsanalyse von Mehrschichtverbunden</li> <li>Besonderheiten bei dickwandigen Laminaten</li> <li>Interlaminare Spannungen an freien Rändern</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Krafteinleitungs- und Kraftüberleitungstechniken bei Faserverbundkonstruktionen</li> <li>fasergerechte und nicht fasergerechte Verbindungen</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilitätsverhalten dünnwandiger Flächentragwerke aus Faserverbundwerkstoffen</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Konstruktive Gestaltung dünnwandiger Flächentragwerke zur Verbesserung des Stabilitätsverhaltens</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Faserverbundwerkstoffe in der Luft- und Raumfahrttechnik</li> <li>Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>Sonstiges:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Vorlesung wird in 8 doppelstündigen Blöcken gelesen. Es werden ebenfalls 8 doppelstündige Übungsblöcke stattfinden.</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studenten lernen die Besonderheiten der Faserverbundwerkstoffe im Unterschied zu den isotropen metallischen Werkstoffen bei der strukturelle mechanischen Behandlung kennen. Sie beherrschen die Laminattheorie und können in Verbindung mit der Kenntnis von Festigkeitskriterien für Faserverbundlamine einfache Strukturelemente bemessen. Aufbauend auf der Kenntnis des Verhaltens des Werkstoffs bei unterschiedlicher Faserorientierung und von ausgeführten konstruktiven Lösungen für unterschiedliche Anwendungsfälle sind sie befähigt, für neue Aufgabenstellungen Lösungskonzepte zu erarbeiten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse zu bewerten und zu vertreten.</li> </ul> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     | <b>Benotung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanik I,II</li> <li>Werkstoffkunde I,II</li> <li>Leichtbau</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     | Eine 120-minütige Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |

| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN |                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Titel                                               | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Klausur Faserverbundstrukturen [MSLRT-1318.a]       | 120                             | 3  | 0   |
| Vorlesung Faserverbundstrukturen [MSLRT-1318.b]     |                                 | 0  | 1   |
| Übung Faserverbundstrukturen [MSLRT-1318.c]         |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Schwingungen im Leichtbau II [MSLRT-1322]**

| <b>MODUL TITEL: Schwingungen im Leichtbau II</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                     |                |
| 1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Das System mit vielen Freiheitsgraden</li> <li>Einleitung</li> <li>Bewegungsgleichungen in Matrixschreibweise</li> </ul> 2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschwingungen diskreter Systeme:</li> <li>Lumped-Mass-Model</li> </ul> 3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Die modale Analyse bei ungedämpften Systemen</li> <li>Die dynamische Matrix:</li> <li>des gebundenen Systems</li> </ul> 4<br><ul style="list-style-type: none"> <li>des frei-freien Längsschwingers</li> </ul> 5<br><ul style="list-style-type: none"> <li>des frei-freien Biegeschwingers</li> </ul> 6<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lösung des Eigenwertproblems</li> <li>Orthogonalität der Eigenvektoren</li> </ul> 7<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Entkopplung der Bewegungsgleichungen</li> <li>Generalisierung</li> </ul> 8<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Modalanalyse der gedämpften Schwingung</li> </ul> 9<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschwingungen kontinuierlicher Systeme</li> <li>Einleitung</li> <li>Eigenschwingung eines gleichmäßigen Balkens mit verschiedenen Randbedingungen</li> </ul> 10<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Klassische Methoden zur Bestimmung der Eigenfrequenzen und -formen</li> <li>Einleitung</li> <li>Rayleigh-Galerkin</li> </ul> 11<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Dunkerley</li> <li>Holzer</li> </ul> 12<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Stodola</li> <li>Myklestead</li> <li>Duncan</li> </ul> 13<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Southwell</li> <li>Antwort auf eine Krafterregung bekannter Zeitabhängigkeit:</li> <li>Die Methode von D. Williams</li> </ul> 14<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Periodische Erregung des Systems mit vielen Freiheitsgraden:</li> <li>Sine-Sweep-Test</li> </ul> 15<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Stochastische Erregung des kontinuierlichen Systems:</li> <li>Random-Test</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage die mathematische Formulierung der Bewegungsgleichungen von diskreten und kontinuierlichen Systemen zu erstellen. Sie können auf der Basis von analytischen und näherungsbedingten Lösungsansätzen die dynamischen Strukturparameter (modale Frequenz, Schwingungsformen) sowie die Strukturreaktionen im Frequenz- und Zeitbereich einfacher Schwingungssysteme ermitteln.</li> <li>Sie kennen die mathematische Bedeutung und die Vorgehensweise bei der Diskretisierung, Idealisierung und Lösung der Differentialgleichungssysteme kontinuumsmechanischer Strukturen (Modale Analyse). Sie können allgemeine Problemstellungen von Systemen mit vielen Freiheitsgraden durch die Rückführung auf ein System mit einem Freiheitsgrad bewältigen.</li> <li>Sie kennen klassische Methoden (Vor-/Nachteile, Gültigkeitsrandbedingungen) sowie ihre rechnerische Umsetzung bei der Ermittlung von Eigenfrequenzen- und -formen.</li> <li>Die Studierenden kennen Grundlagen der experimentellen Qualifikation von Strukturen</li> <li>Die Studierenden sind fähig auf der Basis der übermittelten Grundlagen und Erkenntnisse verallgemeinerte strukturdynamische Probleme theoretisch zu modellieren und zu lösen. Darüber hinaus sie kennen Methoden der experimentellen Strukturqualifikation und können experimentelle Ergebnisse interpretieren.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Im Rahmen der Vorlesung werden Ergebnisse aus schon berechneten Beispielen vorgestellt. Ihre ingenieurmäßige Interpretation wird im Rahmen eines Dialogs kollektiv zugrunde gelegt (Teamarbeit)</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                             | Benotung                        |    |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse): <ul style="list-style-type: none"><li>• Technische Mechanik I, II, III</li><li>• Grundlagen der Finite-Elemente-Methode</li></ul> | Eine mündliche Prüfung          |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                         |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                       | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Schwingungen im Leichtbau II [MSLRT-1322.a]                                                                                                                                                         |                                 | 4  | 0   |
| Vorlesung Schwingungen im Leichtbau II [MSLRT-1322.b]                                                                                                                                                       |                                 | 0  | 2   |
| Übung Schwingungen im Leichtbau II [MSLRT-1322.c]                                                                                                                                                           |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Supercomputing in Engineering [MSLRT-1323]**

| <b>MODUL TITEL: Supercomputing in Engineering</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1            | 6                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | jedes 2. Semester | SS 2011             | English        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                     |                |
| <p>1+2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intro: Why we need supercomputers</li> <li>• Modeling of engineering problems: flows and structures</li> <li>• Basic equations: conservation of mass, momentum, energy</li> </ul> <p>3+4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic numerical methods for systems: Finite Volume</li> <li>• Phenomena in compressible and incompressible flows</li> <li>• Tutorial: program example</li> </ul> <p>5+6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation on supercomputers. History and state of the art</li> <li>• Supercomputer architectures and large multi-core clusters</li> <li>• Basic parallelization techniques for shared/distributed memory</li> <li>• Software and memory: arrays, pointers, table lookups, ...</li> <li>• Example: memory needs in high resolution turbulent flows, data structures for structured/unstructured meshes, table lookups in real gas/combustion</li> <li>• Tutorial: program example</li> </ul> <p>7+8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software development: How to deal with multi-core systems</li> <li>• Examples: plasma thruster simulation, Domain Decomposition (MPI) for the fields, loop parallelization (OpenMP) for the particles</li> <li>• Software development: How to deal with multi-core systems</li> <li>• Examples: Load balancing for moving particles in fields</li> <li>• Tutorial: program example</li> </ul> <p>9+10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic numerical methods for flow and structure: Finite Elements from structured to unstructured meshes: Sparse data representation</li> <li>• Tutorial: program example</li> </ul> <p>11+12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multi-scale/ Multi-physics simulations</li> <li>• Example: Hierarchical representation of physical phenomena</li> <li>• Basics of aero-elastics</li> <li>• Tutorial: program example</li> </ul> <p>13+14</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coupling techniques for multi-scale problems</li> <li>• Coupling techniques for multi-physics problems</li> <li>• Tutorial: presentation</li> </ul> |              |                     | <p>With respect to the subject:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modeling of engineering problems like compressible/ incompressible fluid flow, plasma flows, electromagnetic fields, particle laden flows, flows with real gas effects</li> <li>• Knowledge about computer architectures and implications on software</li> <li>• Understanding of efficiency and performance</li> <li>• Choosing the right numerical method for a given combination of engineering problem and computing system</li> </ul> <p>Not with respect to the subject:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solving problems in team work</li> <li>• Presentation</li> </ul> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     | <b>Benotung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                     |                |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge in advanced mathematics</li> <li>• Basic knowledge in modeling and simulation techniques</li> <li>• Parallelization I</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                     | One written or oral examination.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                     |                |

| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN           |                                 |    |     |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Titel                                                         | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Supercomputing in Engineering [MSLRT-1323.a]          |                                 | 6  | 0   |
| Vorlesung/Übung Supercomputing in Engineering [MSLRT-1323.bc] |                                 | 0  | 4   |

**Modul: Strömungs- und Temperaturgrenzschichten [MSLRT-1325]**

| <b>MODUL TITEL: Strömungs- und Temperaturgrenzschichten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1            | 3                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                   | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| 1<br>• Darstellung der Zustandsgrößen und Transportgrößen<br>• phänomenologische Beschreibung von Grenzschichten<br>2<br>• Diskussion der Theorie asymptotischer Näherungen und Herleitung der Grenzschichtgleichungen nullter und höherer Ordnung<br>3<br>• Exakte Lösungen der Grenzschichtgleichungen<br>4<br>• Ableitung des Integralverfahrens von von Karman und Polhausen<br>5<br>• Einführung in die Theorie turbulenter Strömung; über isotrope, homogene und Scherturbulenz<br>6<br>• Hydrodynamische Instabilität und laminar-turbulenter Umschlag<br>• Diskussion der Lösung der Orr-Sommerfeld Gleichung<br>7<br>• Ableitung der Reynoldsschen Gleichungen und Diskussion der Transportgleichungen<br>8<br>• Diskussion der turbulenten Längenmaße und der Energiekaskade<br>• Grenzschichtabschätzung der Transportgleichungen<br>9<br>• Vorstellung halbempirischer Berechnungsmethoden auf der Basis der Transportgleichungen<br>10<br>• Laminare Temperaturgrenzschichten<br>• Grenzschichtgleichungen bei erzwungener Konvektion für kompressible und inkompressible Fluide<br>11<br>• Exakte Lösung für den Wärmübergang an der ebenen Platte<br>• Näherungslösung für den Wärmeübergang für $Pr \gg 1$<br>12<br>• Näherungslösung für den Wärmeübergang für $Pr \ll 1$ und ähnliche Lösungen<br>13<br>• Ableitung der Grenzschichtgleichungen bei freier Konvektion<br>• exakte Lösung an der senkrechten Platte<br>14<br>• Näherungslösung der Strömungs- und Temperaturgrenzschicht an der senkrechten Platte |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der Analyse reibungsbehafteter Strömungen<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert. |                   |                     |                |

| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                               | Benotung               |                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"><li>• Strömungsmechanik I, II</li><li>• Mathematik</li><li>• Thermodynamik</li></ul> Voraussetzung für: <ul style="list-style-type: none"><li>• Turbulente Strömungen</li></ul> | Eine mündliche Prüfung |                                 |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                           |                        |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                         |                        | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Strömungs- und Temperaturgrenzschichten [MSLRT-1325.a]                                                                                                                                                                                |                        |                                 | 3  | 0   |
| Vorlesung Strömungs- und Temperaturgrenzschichten [MSLRT-1325.b]                                                                                                                                                                              |                        |                                 | 0  | 2   |

**Modul: Strömungsmessverfahren I [MSLRT-1327]**

| <b>MODUL TITEL: Strömungsmessverfahren I</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1            | 3                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
| 1<br>- Herleitung der Grundgesetze der Strömungsmechanik: Kontinuitätssatz, Bernoulli-Gleichung, Impulssatz<br>2<br>- Ähnlichkeitsparameter und ihre Bedeutung: Geometrische Ähnlichkeit, Eulerzahl, Reynoldszahl, Froudezahl, Machzahl, Strouhalzahl<br>3<br>- Grundgleichungen für kompressible Strömungen: Energiesatz, Laval-Düse, senkrechte und schräge Verdichtungsstöße<br>4<br>- Druckmessung: Druckmesssonden, Versperrung, Barkereffekt, Scherströmung<br>5<br>- Druckmessung: Venturi-Düse, Richtungsabhängigkeit, kompressible Strömungen<br>6<br>- Druckmessung: Machzahlmessung, statische Druckmessung, Richtungsmessung<br>7<br>- Rohrströmung: laminare und turbulente Rohrströmung, Druckverlust in Rohrströmungen, Mengenummessung in strömenden Medien, Messung der Geschwindigkeitsverteilung im Rohr<br>8<br>- Mengenummessung mit Düsen und Blenden: Verlustlose Düse, Drosselgeräte, Drosselgeräte für kleine Re-Zahlen, Venturi-Düse<br>9<br>- Mengenummessung mit Düsen und Blenden: Druckverlust bei Drosselgeräten, Drosselgeräte für Ein- und Auslaufmessungen, Drosselgeräte bei kompressibler Durchströmung<br>10<br>- Messverfahren für Wandschubspannungen: theoretische Grundlagen (universelles und logarithmisches Wandgesetz)<br>11<br>- Methoden zur Messung der örtlichen Wandreibung: Mechanische Verfahren, Oberflächenelemente, Hitzdraht in laminarer Unterschicht, Wandschubspannungsmessung mit Drucksonden), optische Wandreibungsmessverfahren<br>12<br>- Transitionserkennung: Grundlagen, laminar-turbulenter Umschlag, Grundlagen der Hitzdrahtanemometrie, Turbulenzmessung mit Einzeldraht, messtechnische Probleme bei Grenzschichtablösung,<br>13<br>- Temperaturmessung: Grundlagen, Thermoelektrische Messverfahren<br>14<br>- Einführung in die optischen Messverfahren: Laser-Doppler-Anemometrie, Schlieren-Verfahren, Schatten-Verfahren, Particle Image Velocimetry |              |                     | Fachbezogen:<br>- Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der verschiedenen in der Strömungstechnik verwendeten Messverfahren.<br>- Sie können problemangemessen die geeigneten Messverfahren auswählen und anwenden.<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>- Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert. |                   |                     |                |

| Voraussetzungen                                                                                                                                       | Benotung                        |    |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Voraussetzung für (z.B. andere Module)<br>- Strömungsmessverfahren II<br>Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module)<br>- Strömungsmechanik I/II, | Eine schriftliche Prüfung       |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                   |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                 | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Strömungsmessverfahren I [MSLRT-1327.a]                                                                                                       |                                 | 3  | 0   |
| Vorlesung Strömungsmessverfahren I [MSLRT-1327.b]                                                                                                     |                                 | 0  | 2   |

**Modul: Fahrzeug- und Windradaerodynamik [MSLRT-1329]**

| <b>MODUL TITEL: Fahrzeug- und Windradaerodynamik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1            | 5                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | jedes 2. Semester | SS 2011             | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                     |                |
| 1-3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsphänomene bei der Umströmung stumpfer Körper</li> <li>• Kräfte und Momente</li> <li>• Grenzschichten</li> <li>• Abgelöste Strömungen</li> <li>• Beeinflussung des Totwassers</li> <li>• Bodennähe</li> </ul> 4-8 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeuge</li> <li>• Automobile</li> <li>• Fahrleistungen</li> <li>• Luftkräfte</li> <li>• Fahrtrichtungshaltung</li> <li>• Linearisiertes Fahrzeugmodell</li> <li>• Strömungen auf der Oberfläche</li> <li>• Hochleistungsfahrzeuge</li> <li>• Eisenbahnen</li> <li>• Fahrleistungen</li> <li>• Widerstand</li> <li>• Fahrt bei Seitenwind</li> <li>• Kopfwelle</li> <li>• Fahrt durch Tunnel</li> </ul> 9-15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windkraftanlagen</li> <li>• Windmühlen und Windräder</li> <li>• Bauformen von Windkraftanlagen</li> <li>• Physikalische Grundlagen der Windenergieumwandlung</li> <li>• Aerodynamik des Rotors</li> <li>• Mathematische Modelle und Berechnungsverfahren</li> <li>• Rotornachlaufströmung</li> <li>• Aerodynamik der Vertikalachsen-Rotoren</li> <li>• Aerodynamik des Turms</li> <li>• Kräfte und Momente bei statischer Windlast</li> <li>• Dynamische Beanspruchung</li> </ul> |              |                     | Fachbezogen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der auf Bauteile bezogenen Strömungsmechanik</li> <li>• Sie beherrschen die strömungsmechanischen Grundlagen und Berechnungsmethoden und können diese auf verschiedene bauteilspezifische Strömungsprobleme anwenden.</li> </ul> Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.</li> </ul> |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     | <b>Benotung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Strömungsmechanik I, II</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     | Eine 120-minütige Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |                     |                |

| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN       |                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Titel                                                     | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Fahrzeug- und Windradaerodynamik [MSLRT-1329.a]   | 120                             | 5  | 0   |
| Vorlesung Fahrzeug- und Windradaerodynamik [MSLRT-1329.b] |                                 | 0  | 3   |
| Übung Fahrzeug- und Windradaerodynamik [MSLRT-1329.c]     |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Technik der Luftfahrtantriebe II [MSLRT-1331]**

| MODUL TITEL: Technik der Luftfahrtantriebe II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |              |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1     | 3            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |              |         |
| 1. Triebwerksinstandhaltung<br>2. Verfahren der Qualitätssicherung<br>3. Global verteiltes Entwickeln, Fertigen und Instandhalten<br>4. Qualitätsmanagement in der Entwicklung, Fertigung und Instandhaltung<br>5. Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung<br>6. Qualitätsmanagement in der Produkterstellung und Produkterhaltung<br>7. Betrachtungen zu Kosten, Wirtschaftlichkeit und Umweltfragen |       |              | Fachbezogen:<br><ul style="list-style-type: none"><li>Die Studierenden kennen die in der Luftfahrtantriebsindustrie verwendeten Techniken und Technologien in Bezug auf die Wertschöpfungskette der Triebwerksindustrie</li></ul> Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br><ul style="list-style-type: none"><li>Die Studierenden sollen in den Übungseinheiten die Fähigkeit entwickeln, Probleme eigenständig zu erkennen, zu formulieren und geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.</li></ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |              |         |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"><li>Grundlagen der Turbomaschinen</li><li>Technik der Luftfahrtantriebe 1</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                           |       |              | Eine mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Technik der Luftfahrtantriebe II [MSLRT-1331.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         | 3            | 0       |
| Vorlesung Technik der Luftfahrtantriebe II [MSLRT-1331.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         | 0            | 2       |

**Modul: Strömungsfragen der Raumfahrt I [MSLRT-1333]**

| <b>MODUL TITEL: Strömungsfragen der Raumfahrt I</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1            | 3                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                       | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
| 1<br>• Einführung in die Theorie der Hyperschallströmungen idealer Gase<br>2<br>• Fortsetzung der Theorie der Hyperschallströmungen idealer Gase<br>3<br>• Elementaranalyse der Geschwindigkeitsstörungen in Wandnähe<br>4<br>• Ähnlichkeitsgesetze für schlanke Körper in Hyperschallströmungen<br>5<br>• Analyse der Keil- und Kegelströmungen im Hyperschall<br>6<br>• Darstellung der Hyperschallströmung über stumpfe Körper: Das inverse Problem<br>7<br>• Darstellung der Hyperschallströmung über stumpfe Körper: Das direkte Problem anhand der Integralmethode I<br>8<br>• Darstellung der Hyperschallströmung über stumpfe Körper: Das direkte Problem anhand der Integralmethode II<br>9<br>• Einfluss der Reibung in der Hyperschallströmung: Grenzschichtbetrachtung<br>10<br>• Einfluss der Reibung in der Hyperschallströmung: Stoß-Grenzschicht-Wechselwirkung<br>11<br>• Einführung in die Hochtemperatureffekte beim Wiedereintritt: Reale Gase I<br>12<br>• Einführung in die Hochtemperatureffekte beim Wiedereintritt: Reale Gase II<br>13<br>• Einführung in die Messtechnik von Hyperschallströmungen: Messeinrichtungen<br>14<br>• Einführung in die Messtechnik von Hyperschallströmungen: Messverfahren |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der hypersonischen Strömungen<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert. |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     | <b>Benotung</b>                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Strömungsmechanik I, II<br>• Gasdynamik<br>• Thermodynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     | Eine mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                     |                |

| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN      |                                 |    |     |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Titel                                                    | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Strömungsfragen der Raumfahrt I [MSLRT-1333.a]   |                                 | 3  | 0   |
| Vorlesung Strömungsfragen der Raumfahrt I [MSLRT-1333.b] |                                 | 0  | 2   |

## Modul: Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben II [MSLRT-1341]

| MODUL TITEL: Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1     | 6            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |              |         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Hauptaufgaben und Ziele numerischer Integration</li><li>• Grundgleichungen im ruhenden Bezugssystem und Transformation ins rotierende System</li><li>• Potentialtheorie</li><li>• Euler-Gleichungen</li><li>• Stromfunktion</li><li>• Meridianströmungsverfahren</li><li>• Verlustmodellierung</li><li>• Turbulenz</li><li>• Anfangs- und Randbedingungen</li><li>• Diskretisierung des Lösungsraumes</li><li>• numerische Lösungsverfahren</li><li>• Verbrennung</li></ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden kennen die in der Luftfahrtantriebsindustrie verwendeten Techniken und Technologien in Bezug auf die Wertschöpfungskette der Triebwerksindustrie</li></ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden sollen in den Übungseinheiten die Fähigkeit entwickeln, Probleme eigenständig zu erkennen, zu formulieren und geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.</li></ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Thermodynamik</li><li>• Strömungsmechanik</li><li>• Grundlagen der Turbomaschinen</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              | Eine mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben II [MSLRT-1341.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         | 6            | 0       |
| Vorlesung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben II [MSLRT-1341.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         | 0            | 2       |
| Übung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben II [MSLRT-1341.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         | 0            | 2       |

**Modul: Strömungsmaschinenmesstechnik [MSLRT-1342]**

| MODUL TITEL: Strömungsmaschinenmesstechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1     | 4            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | jedes 2. Semester       | SS 2011      | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |              |         |
| <div>1</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Integrale Größen:</li><li>• Durchflussmessung, Drehmoment, Drehzahl, Leistung, Schub</li><li>• Geräte zur Messung integraler Größen</li></ul> <div>2</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sichtbarmachung von Strömungen:</li></ul> <div>3</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Temperaturmessung:</li></ul> <div>4</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Druckmessung und Geschwindigkeitsmessung mit Drucksonden:</li><li>• Druckmessung</li></ul> <div>5</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Geschwindigkeitsmessung:</li><li>• Hitzdrahtsonden</li><li>• Hitzdrahtmesstechnik</li></ul> <div>6</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Geschwindigkeitsmessung:</li><li>• Laser-Anemometrie</li></ul> <div>7</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schubmessung:</li><li>• Schub, Drehzahl, Drehmoment</li></ul> <div>8</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zweiphasenströmungen:</li><li>• Einfluss der Flüssigkeit auf Druck- und Temperaturmessung</li><li>• Erfassung der Phasenanteile, Tröpfchengrößenmessung</li></ul> <div>9</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schallmessung:</li><li>• Geräte zur Messung und Analyse des Schalls</li></ul> <div>10</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Messunsicherheiten:</li><li>• Fehlerrechnung</li></ul> |       |              | <div>Fachbezogen:</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden sollen in der Lage sein, unterschiedliche Messtechniken im Bereich der Strömungsmaschinen zu kennen und deren Einsatzbereiche zu beschreiben.</li><li>• Die Studierenden kennen die Vor- und Nachteile der jeweiligen Messtechniken.</li><li>• Sie sind fähig, den Ablauf einer Messung zu beschreiben, durchzuführen und deren Ergebnisse auszuwerten.</li></ul> <div>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden sollen in den Übungseinheiten die Fähigkeit entwickeln, Probleme eigenständig zu erkennen, zu formulieren und geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.</li></ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |              |         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              | Eine 120-minütige Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Klausur Strömungsmaschinenmesstechnik [MSLRT-1342.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 120                     | 4            | 0       |
| Vorlesung Strömungsmaschinenmesstechnik [MSLRT-1342.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         | 0            | 2       |
| Übung Strömungsmaschinenmesstechnik [MSLRT-1342.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         | 0            | 1       |

**Modul: Auslegung von Turbomaschinen [MSLRT-1343]**

| MODUL TITEL: Auslegung von Turbomaschinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |              |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Häufigkeit                      | Turnus Start | Sprache |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1     | 5            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | jedes 2. Semester               | SS 2011      | deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 |              |         |
| <div>1</div> <div>- zweidimensionale Strömung durch Schaufelgitter</div> <div>- Problemstellung der zweidimensionalen Theorie</div> <div>2</div> <div>- Verfahren zur potentialtheoretischen Behandlung der Gitterströmung</div> <div>- Größen zur Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie</div> <div>3</div> <div>- Einfluss der Schaufelteilung, der schaufeldicke und des Anströmwinkels</div> <div>- Einfluss der Kompressibilität</div> <div>4</div> <div>- Geschwindigkeitsdreiecke einer axialen Repetierstufe</div> <div>- Verluste im Gitter</div> <div>5</div> <div>- Gitterbelastungskriterium und Mach-Zahl-Einfluss</div> <div>6</div> <div>- Zirkulation des Rades</div> <div>7</div> <div>- Räumliche Strömung durch Turbomaschinen</div> <div>- Definition des Stufenelements</div> <div>8</div> <div>- Wirkung der Zentripetal- und Coriolisbeschleunigung in der Relativströmung des Laufrades</div> <div>9</div> <div>- Näherungslösungen zur Berechnung der räumlichen Strömung in Axialmaschinen</div> <div>10</div> <div>- Verluste in Turbomaschinen</div> <div>- Leistungen und Wirkungsgrade</div> <div>11</div> <div>- Aufteilung der Strömungsverluste im Stufengitter</div> <div>12</div> <div>- Berechnung der Strömungsverluste</div> <div>13</div> <div>- Betriebsverhalten und Kennlinien der Verdichterstufe und der mehrstufigen Verdichter</div> <div>14</div> <div>- Transschall- und Überschallverdichter</div> <div>15</div> <div>- Kühlung bei mehrstufigen Verdichtern</div> |       |              | <div>Fachbezogen:</div> <div><div>• Die Studierenden sind mit der Aufgabenstellung der der Funktionsweise von Turboarbeitsmaschinen vertraut.</div><div>• Sie kennen die Unterschiede und Möglichkeiten der zwei- und dreidimensionalen Strömungsberechnung in Turbomaschinen</div><div>• Sie sind in der Lage, vereinfachte Berechnungsmethoden anzuwenden und zu beurteilen</div><div>• Die Studierenden können die Betriebskennfelder von Turboverdichtern und Pumpen beurteilen und sind in der Lage die Grenzen des Betriebsbereichs zu erläutern</div><div>• Sie sind mit den unterschiedlichen Problemstellungen von thermischen und hydraulischen Turboarbeitsmaschinen vertraut.</div><div>• Sie können die Regelungsmöglichkeiten von Turboarbeitsmaschinen erläutern und bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit beurteilen</div></div> <div>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</div> <div><div>• Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren</div><div>• Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickeln und gegenüberstellen.</div></div> |                                 |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |              |         |
| <div>notwendig:</div> <div>- Thermodynamik</div> <div>- Strömungsmechanik I</div> <div>empfohlen:</div> <div>- Grundlagen der Turbomaschinen</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              | Eine 120-minütige Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP           | SWS     |
| Klausur Auslegung von Turbomaschinen [MSLRT-1343.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 120                             | 5            | 0       |
| Vorlesung Auslegung von Turbomaschinen [MSLRT-1343.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 | 0            | 2       |
| Übung Auslegung von Turbomaschinen [MSLRT-1343.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 | 0            | 2       |

**Modul: Luftfahrtantriebe I [MSLRT-1344]**

| <b>MODUL TITEL: Luftfahrtantriebe I</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                     |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1            | 5                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | jedes 2. Semester | SS 2011             | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |                     |                |
| 1<br>- Aufbau und Funktion einer Fluggasturbine am Beispiel des TL-Triebwerks<br>- thermodynamischer Prozess von Luftfahrtantrieben<br>- Bauarten und Einsatzbereiche;<br>2<br>- Grundlegende aerothermodynamische Gleichungen;<br>3<br>- Definitionen von Leistungen und Wirkungsgraden<br>- idealer Prozess der Fluggasturbine;<br>4<br>- realer Prozess der Fluggasturbine<br>- Einfluss des Kompressionsdruckverhältnisses auf den spez. Brennstoffverbrauch und auf die Wirkungsgrade<br>5<br>- Einfluss des Temperaturverhältnisses auf den spez. Brennstoffverbrauch und auf die Wirkungsgrade<br>- Energieflußdiagramm<br>6<br>- Funktionsbeschreibung der Komponenten (Einlauf, Fan, Verdichter, Brennkammer)<br>7<br>- Funktionsbeschreibung der Komponenten (Turbine, Übergangsstück, Schubdüse)<br>8<br>- Schub und spezifischer Schub von Flugtriebwerken<br>- spezifischer Brennstoffverbrauch von Flugtriebwerken<br>9<br>- Auslegungsfragen<br>10<br>- stationäres Betriebsverhalten von Triebwerken /Ähnlichkeitsgesetze bei der Fluggasturbine<br>- Kennzahlen<br>- Verdichterkennfeld<br>- Triebwerkskennfeld<br>11<br>- Regelbedingungen<br>- Pumpgrenze<br>12<br>- Ähnlichkeitskenngrößen für Schub und Brennstoffverbrauch<br>13<br>- Leistungskennfelder<br>14<br>- instationäres Betriebsverhalten<br>15<br>- Triebwerksintegration. |              |                     | Fachbezogen:<br>- Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise von Flug-gasturbinen<br>- Sie sind in der Lage die aerothermodynamischen Gleichungen für Pro-zessberechnungen anzuwenden<br>- Sie kennen die Aufgabe und Funktion der einzelnen Triebwerkskomponenten<br>- Die Studierenden können das Betriebsverhalten von Flugtriebwerken anhand der Kennfelder erklären<br>- Sie sind in der Lage, Schub und Brennstoffverbrauch zu ermitteln und zu analysieren<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>- Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren.<br>- Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen. |                   |                     |                |

| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                            | Benotung                  |                                 |    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module)<br>- Thermodynamik<br>- Strömungsmechanik I<br>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse)<br>- Grundlagen der Turbomaschinen | Eine 120-minütige Klausur |                                 |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                        |                           |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                      |                           | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Klausur Luftfahrtantriebe I [MSLRT-1344.a]                                                                                                                                                                 |                           | 120                             | 5  | 0   |
| Vorlesung Luftfahrtantriebe I [MSLRT-1344.b]                                                                                                                                                               |                           |                                 | 0  | 2   |
| Übung Luftfahrtantriebe I [MSLRT-1344.c]                                                                                                                                                                   |                           |                                 | 0  | 2   |

**Modul: Lasermesstechnik [MSLRT-1345]**

| <b>MODUL TITEL: Lasermesstechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1            | 6                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | jedes 2. Semester | SS 2013             | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                     |                |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in die Lasermesstechnik: Grundlagen, Anwendungen, Markt, Entwicklungstrends</li> <li>2. Eigenschaften der Laserstrahlung: elektromagnetische Welle, Strahlparameter, Bestrahlungsstärke, Phase, Ausbreitung, Wellenlänge, Polarisierung, Beugung, Kohärenz, Vergleich Laserstrahlung - thermisches Licht, Gaußscher Strahl</li> <li>3. Wechselwirkung Laserstrahlung - Materie: Teilchencharakter, Reflexion, Brechung, Absorption; Lichtstreuung - Rayleigh, Mie, Raman; Frequenzverdopplung, Doppler-Effekt</li> <li>4. Strahlformung und -führung: optische Elemente zur Strahlmodulation, Strahlableitung und -teilung, Veränderung der Polarisierung, Modulation der Intensität, Wellenlängenmodulation, Phasenschiebung, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern</li> <li>5. Detektion elektromagnetischer Strahlung: thermische Detektoren, photoelektrische Detektoren, Halbleiterdetektoren, ortsaufauflösende Detektoren, Messung von Detektorsignalen</li> <li>6. Laser-Interferometrie: Grundlagen, Superpositionsprinzip und komplexe Schreibweise, Abstandsmessungen mit Laser-Interferometer, Polarisationsinterferometer, Doppel-Frequenzinterferometer, Wellenlänge als Längenmaßstab, Messbereich und -genauigkeit, Winkelmessung, Geradenheitsmessung, Twyman-Green-Interferometer, Anwendungsbeispiele</li> <li>7. Holografische Interferometrie: Prinzip der Holografie und holografischen Interferometrie, Doppelbelichtungsverfahren, Echtzeitverfahren, Empfindlichkeitsvektor, Objekttranslation und -rotation, Phasenshiftverfahren, Messaufbau, Anwendungsbeispiele</li> <li>8. Speckle-Messtechnik: Entstehung von Speckles, Speckle-Fotografie, abbildende Speckle-Fotografie, unfokussierte Speckle-Fotografie, Speckle-Interferometrie, Zeitmittlungsverfahren, Anwendungsbeispiele</li> <li>9. Laser-Triangulation: Prinzip, Scheimpflug-Bedingung, Kennlinie eines Triangulationssensors, Einflussgrößen bei der Laser-Triangulation, Strahlverlauf, Eigenschaften der Objektoberfläche, Detektor und Signalauswertung, atmosphärische Einflüsse, Konturmessung, Anwendungsbeispiele</li> <li>10. Laser-Doppler-Verfahren: Doppler-Effekt, Laser-Vibrometer, Laser-Doppler-Anemometer, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele</li> <li>11. Optische Kohärenztomographie (OCT): Time-Domain OCT, Fourier-Domain OCT, Signalauswertung, Auflösung und Messbereich, Anwendungsbeispiele</li> <li>12. Laser-Spektroskopie I: Laser-Emissionsspektroskopie (LIBS), Verdampfung und Plasmabildung, zeitaufgelöste Spektroskopie, Spektrenauswertung, Messbereich, Anwendungsbeispiele</li> <li>13. Laser-Spektroskopie II: Laser-induzierte Fluoreszenz (LIF), Light Detection and Ranging (LIDAR), differentielles Absorptions-LiDAR, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele; Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy (CARS), Messbereich, Anwendungsbeispiele</li> </ol> |              |                     | <p>Fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten kennen die maßgeblichen Grundlagen für Lasermessverfahren: Eigenschaften der Laserstrahlung, Wechselwirkung Laserstrahlung mit Materie, Strahlformung und -führung sowie Detektion elektromagnetischer Strahlung.</li> <li>• Die Studenten können selbstständig Berechnungen zu Strahlformung, Interferenzerscheinungen, Beugungsphänomenen, Kohärenzeigenschaften, Reflexion und Brechung, Lichtstreuung, Polarisierung, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern, Detektion von Laserstrahlung sowie Sicherheit von Laserstrahlung durchführen.</li> <li>• Sie sind mit den Grundprinzipien und Eigenschaften der Lasermessverfahren vertraut: Interferometrie, Holografie, Speckle-Messtechnik, Laser-Triangulation, Laser-Dopplerverfahren, optische Kohärenztomographie, Laser-Spektroskopie.</li> <li>• Sie kennen die etablierten Einsatzgebiete und die Potentiale der Lasermesstechnik in der Produktionstechnik sowie in Forschung- und Entwicklung.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu erörtern und selbstständig zu lösen, diese Lösungen zu präsentieren und zu diskutieren.</li> </ul> |                   |                     |                |

|                                                                       |                                                                                                                                                                                       |    |     |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|
| 14. Laser, Laseranlagen, Begriffe, Sicherheit - Normen und Regelwerke |                                                                                                                                                                                       |    |     |
| Voraussetzungen                                                       | Benotung                                                                                                                                                                              |    |     |
|                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 Klausur oder</li><li>• 1 mündliche Prüfung</li></ul> Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der Note der mündlichen Prüfung. |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                   |                                                                                                                                                                                       |    |     |
| Titel                                                                 | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten)                                                                                                                                                       | CP | SWS |
| Prüfung Lasermesstechnik [MSLRT-1345.a]                               | 60                                                                                                                                                                                    | 6  | 0   |
| Vorlesung Lasermesstechnik [MSLRT-1345.b]                             |                                                                                                                                                                                       | 0  | 2   |
| Übung Lasermesstechnik [MSLRT-1345.c]                                 |                                                                                                                                                                                       | 0  | 2   |

**Modul: Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design [MSLRT-1346]**

| MODUL TITEL: Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |              |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|----------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |              |          |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache  |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1     | 4            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | jedes 2. Semester       | SS 2013      | englisch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |              |          |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |              |          |
| <p>Inhalt der Vorlesung ist der Scramjet, ein luftatmendes Hyperschallantriebssystem für zukünftige Raumtransportsysteme. Die Fragestellungen des Scramjet-Antriebs liegen überwiegend im Bereich der Aerothermodynamik, wodurch der Scramjet ein interessantes Inhalt und anspruchsvolles Anwendungsgebiet für die Strömungssimulation ist. Anhand des Scramjet werden wichtige Unterpunkte der Simulation erarbeitet, wie z.B. die physikalische Modellierung, die Gittergenerierung, Lösungsansätze verschiedener Komplexitätsgrade, Randbedingungen, Validierung und Verifizierung der Ergebnisse etc.. Dabei steht das Gesamtdesign des Antriebssystems der numerischen Simulation als Leitkonzept voran:</p> <p>Fragen nach dem Wirkungsgrad einzelner Triebwerkskomponenten und den Einsatzberiech des Antriebs müssen mit Hilfe von Simulationstechniken beantwortet werden.</p> |       |              | <p>Fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Verständnis der grundlegenden Funktionsweise eines Scramjetantriebs sowie der spezifischen Problematiken eines luftatmenden Hyperschallantriebssystems, praxisbezogene Anwendung verschiedener Simulations- und Auslegungswerkzeuge zur Erstellung eines Gesamtdesign eines Scramjetantriebs (z.Bsp. Charakteristikenverfahren für Einlauf und Düse, 1 D Verbrennungsmodell, 3D Strömungssimulationen etc.)</li></ul> <p>Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• keine</li></ul> |                         |              |          |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |              |          |
| <p>Notwendige Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen in numerischen Methoden (z.B. durch die Vorlesung/Vorlesungsreihe Simulationstechnik für Maschinenbauer bzw. CES), Grundlagen in Aerodynamik und Gasdynamik</li></ul> <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Programmiererfahrung</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              | <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 Mündliche Prüfung</li></ul> <p>Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |              |          |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |              |          |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS      |
| Prüfung Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design [MSLRT-1346.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         | 4            | 0        |
| Vorlesung/Übung Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design [MSLRT-1346.bc]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         | 0            | 3        |

**Modul: Flughafenwesen I [MSLRT-1401]**

| MODUL TITEL: Flughafenwesen I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1     | 3            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | jedes 2. Semester       | SS 2011      | deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |              |         |
| Planung und Auslegung von Flughäfen I:<br>Grundlagen des Luftverkehrsrechts; Definition, Kategorisierung und Einteilung von Flughäfen; Organisationsformen von Flughäfen (Betreiber, Fluggesellschaften); Darstellung der Komponenten des Flughafensystems; Aufbau und Bestandteile der Luftseite eines Flughafens; Prognosen; Auslegung Flughafenterminal (Terminalkonfiguration, Gepäcksysteme); Abfertigungseinrichtungen im Flughafenterminal (Check-In, Sicherheitskontrolle); Aufgabe und Funktion der Slotvergabe; Einführung in An- und Abflugverfahren (Technik, Flow-Management, Staffellung); Hindernisbegrenzungsflächen; Planfeststellung und Genehmigungsverfahren; Grundlagen der Fluglärmproblematik |       |              | Planung und Auslegung von Flughäfen I:<br>Wissen über den Aufbau des Gesamtsystems Luftverkehr, der verschiedenen Organisationen und deren Aufgaben; Kenntnisse zur Stellung des Flughafens im Gesamtsystem und Luftverkehr; Fähigkeit zur Bearbeitung von Aufgaben im Zusammenhang mit Flughafenplanung; Kenntnisse über das flughafenspezifische Bau- und Planungsrecht |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
| Zulassungsvoraussetzung Lehrveranstaltung: keine Zulassungsvoraussetzung Klausur: regelmäßige Teilnahme an der Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              | Nachweis der aktiven Teilnahme (unbenotet); Klausurarbeit (60 min.), Gewichtung: 100 %                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Klausur Flughafenwesen I [MSLRT-1401.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 60                      | 3            | 0       |
| Vorlesung Flughafenwesen I [MSLRT-1401.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         | 0            | 2       |
| Übung Flughafenwesen I [MSLRT-1401.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         | 0            | 1       |

**Modul: Systeme der Luft- und Raumfahrt [MSLRT-2001]**

| MODUL TITEL: Systeme der Luft- und Raumfahrt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |              |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1     | 6            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | jedes 2. Semester       | WS 2011/2012 | deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |              |         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Sicherheit &amp; Zuverlässigkeit, Systems Development, Safety Assessment &amp; Certification</li><li>• Antriebe (ATA-70), Treibstoffsysteme (ATA-28) &amp; APU (ATA-49)</li><li>• Energiesysteme (ATA-24, ATA-29, ATA-36)</li><li>• Inhalt Environmental Control System (ATA-21) &amp; Ice Protection (ATA-30)</li><li>• Flugsteuerung (ATA-27) &amp; Control Laws (ATA-22)</li><li>• Avionic &amp; Sensorik (ATA-31)</li><li>• Navigation (ATA-34) &amp; Kommunikation (ATA-23)</li><li>• Blitzschutz, EMV &amp; More Electrical Aircraft</li><li>• Satelittensysteme</li><li>• Lebenserhaltungssysteme</li></ul> |       |              | <p>Fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden haben ein Verständnis erhalten zu den besonderen Fragestellungen bei der Systemauslegung von Luft- und Raumfahrzeugen.</li><li>• Sie haben verstanden welche Auswirkungen die gegebenen Zulassungsvorschriften auf die jeweilige Lernziele Systemauslegung haben und welche Bedeutung den Spezifikationen zugeteilt wird.</li><li>• Die Studierenden haben Einblick in das komplexe Gesamtsystem von Luft- und Raumfahrzeugen erhalten und verstehen die Problematik der Integration einzelner Systeme.</li><li>• Weiterhin haben die Studierenden die einzelnen Systeme und Technologien kennengelernt, die heute in Flugzeugen, Drehflügler und Raumfahrzeugen Anwendung finden.</li><li>• Die Studierenden haben gelernt, unterschiedliche Lösungswege der Systemauslegung von Luft- und Raumfahrzeugen zu erarbeiten und zu bewerten</li></ul> <p>Nicht fachbezogene Lernziele (z.8. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Systemorientiertes Denken, Analyse- und Synthesefähigkeit komplexer Systeme. Die Studenten können die Kostenrelevanz einzelner Luft- und Raumfahrtsysteme bewerten. So können sie z.B. beurteilen, ob ein komplexes und technisch sehr leistungsfähiges System mit jedoch hohem Entwicklungs-, Kosten- und Wartungsaufwand sinnvoll oder nicht sinnvoll für den Anwendungsfall ist.</li><li>• Interdisziplinäre Kommunikation und interdisziplinäres Denken</li></ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Flugzeugbau I</li><li>• Luftverkehrssysteme</li><li>• Raumfahrzeugbau I</li><li>• gute englische Sprachkenntnisse</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              | <p>Eine 120-minütige Klausur</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Klausur Systeme der Luft- und Raumfahrt [MSLRT-2001.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 120                     | 6            | 0       |
| Vorlesung/Übung Systeme der Luft- und Raumfahrt [MSLRT-2001.bc]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         | 0            | 4       |

**Modul: Flugregelung [MSLRT-2101]**

| <b>MODUL TITEL: Flugregelung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1            | 5                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                     |                |
| 1<br>• EINFÜHRUNG<br>• Zielsetzung<br>• Historie<br>• Quellen<br>2<br>• GRUNDLAGEN<br>• Grundbegriffe<br>• Beschreibungsformen<br>• Der Regelkreis<br>3<br>• Auslegungsziele<br>• Auslegungsverfahren<br>4<br>• ELEMENTE DER FLUGREGELKREISE<br>• Regelstrecke<br>• Bewegungsgleichungen<br>• Dynamisches Verhalten<br>5<br>• Messgrößen, Stellgrößen, Störgrößen<br>• Regelungsprinzipien<br>6<br>• AUFGABEN UND STRUKTUR DER FLUGREGELKREISE<br>• Aufgaben<br>• Auslegungsziele<br>7<br>• VERBESSERUNG DER FLUGEIGENSCHAFTEN<br>• Eigenverhalten<br>• Nickdämpfer<br>• Phygoiddämpfung<br>8<br>• Eigenverhalten<br>• Gierdämpfer<br>• Rolldämpfer<br>9<br>• Führungsverhalten<br>• Lageregler<br>• Kurvenkoordinierung<br>• Kurvenkompensation<br>10<br>• Führungsverhalten<br>• Vorgaberegler<br>• Modellfolgeregler<br>11<br>• REGLER ZUR BAHNFÜHRUNG<br>• Höhenregelung<br>• Fahrtregelung<br>• Kursregelung |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Auslegungsziele und Auslegungsverfahren für Flugregelungssysteme und sie verstehen die Aufgaben und die Struktur der Flugregelkreise.<br>• Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben des Entwurfs von Systemen zur Modifikation der Flugeigenschaften, Reglern zur Bahnführung und zur Erweiterung der Einsatzgrenzen anzuwenden.<br>• Die Studierenden können die Wirkungen unterschiedlicher Messgrößen und Stellgrößen in einem Gesamt-Flugführungssystem beurteilen.<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• keine |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                          |                                 |    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| 12                                                                                                                                                                       |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• ERWEITERUNG DER EINSATZGRENZEN</li><li>• Reduzierte Stabilität</li><li>• Lastabminderung</li><li>• Schwingungsdämpfung</li></ul> |                                 |    |     |
| 13                                                                                                                                                                       |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• REALISIERUNGSGESICHTSPUNKTE</li><li>• Strukturdynamik</li><li>• Signalverarbeitung</li><li>• Sicherheit</li></ul>                |                                 |    |     |
| 14                                                                                                                                                                       |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• REALISIERUNGSBEISPIELE</li><li>• Do328</li><li>• A320</li><li>• ATTAS</li><li>• VTOL-UAV</li></ul>                               |                                 |    |     |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                          | Benotung                        |    |     |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"><li>• Flugdynamik</li><li>• Regelungstechnik</li></ul>  | Eine mündliche Prüfung          |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                      |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                    | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Flugregelung [MSLRT-2101.a]                                                                                                                                      |                                 | 5  | 0   |
| Vorlesung Flugregelung [MSLRT-2101.b]                                                                                                                                    |                                 | 0  | 2   |
| Übung Flugregelung [MSLRT-2101.c]                                                                                                                                        |                                 | 0  | 2   |

**Modul: Aerodynamik II [MSLRT-2104]**

| <b>MODUL TITEL: Aerodynamik II</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                             | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                     |                |
| 1<br>• Tragflügel in inkompressibler Strömung<br>• Zum Begriff des induzierten Widerstands<br>2<br>• Ableitung des induzierten Widerstands und asymptotische Analyse des Einflusses des induzierten Widerstands<br>3<br>• Darstellung der Prandtschen Tragflügeltheorie<br>• Ableitung der Fundamentalgleichung der Traglinientheorie<br>• Diskussion der Bedeutung der elliptischen Zirkulationsverteilung<br>4<br>• Darstellung der Ansätze einer allgemeinen Zirkulationsverteilung<br>• Diskussion der Bedeutung der Flügelzuspitzung und des Spannweitenverhältnisses<br>5<br>• Erweiterung der Traglinientheorie<br>• Einführung und Diskussion der Tragflächentheorie<br>• Diskussion der Vortex-Lattice Methoden<br>6<br>• Ähnlichkeitstheorie des Tragflügel und Grundlagen des Pfeilflügel<br>7<br>• Darstellung des Einflusses der Pfeilung auf den Widerstand und das Auftriebsverhalten<br>8<br>• Aerodynamik des Rumpfes in inkompressibler und kompressibler Strömung<br>9<br>• Aerodynamik der Flügel-Rumpf-Änderung in inkompressibler Strömung<br>10<br>• Aerodynamik der Flügel-Rumpf-Änderung in kompressibler Strömung<br>11<br>• Aerodynamik des Seitenleitwerks<br>12<br>• Aerodynamik der Ruder und der Klappen<br>13<br>• Einführung in die numerische Lösung der Euler- und Navier-Stokes Gleichungen<br>• die räumliche und zeitliche Diskretisierung<br>14<br>• Numerische Lösung der Euler- und Navier-Stokes Gleichungen<br>• Formulierung der Randbedingungen und iterative Lösung des diskreten Systems<br>• explizite und implizite Lösungsverfahren |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden haben tiefgehende Kenntnisse bzgl. der Wechselwirkung zwischen den Flugzeugkomponenten<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert |                   |                     |                |

| Voraussetzungen                                                                                                                                                                  | Benotung                        |    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"><li>• Strömungsmechanik I, II</li><li>• Aerodynamik I</li></ul> | Eine 120-minütige Klausur.      |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                              |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                            | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Klausur Aerodynamik II [MSLRT-2104.a]                                                                                                                                            | 120                             | 4  | 0   |
| Vorlesung Aerodynamik [MSLRT-2104.b]                                                                                                                                             |                                 | 0  | 1   |
| Übung Aerodynamik II [MSLRT-2104.c]                                                                                                                                              |                                 | 0  | 2   |

**Modul: Luftfahrtantriebe II [MSLRT-2105]**

| MODUL TITEL: Luftfahrtantriebe II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |              |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Häufigkeit               | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1     | 5            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | jedes 2. Semester        | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |              |         |
| <div>1<ul style="list-style-type: none"><li>• Zweck der Mehrwellenbauart</li><li>• Aerothermodynamische Zusammenhänge</li></ul></div> <div>2<ul style="list-style-type: none"><li>• Regelgesetze</li></ul></div> <div>3<ul style="list-style-type: none"><li>• Drehzahlverhältnis von Niederdruck- und Hochdruckteil</li></ul></div> <div>4<ul style="list-style-type: none"><li>• Instationäres Betriebsverhalten</li></ul></div> <div>5<ul style="list-style-type: none"><li>• Einsatzbereiche und Bauarten von ZTL-Triebwerken</li><li>• Aerothermodynamische Zusammenhänge</li></ul></div> <div>6<ul style="list-style-type: none"><li>• Auslegung und Gestaltung von ZTL-Triebwerken</li></ul></div> <div>7<ul style="list-style-type: none"><li>• Betriebsverhalten von ZTL Triebwerken</li></ul></div> <div>8<ul style="list-style-type: none"><li>• Einsatzbereiche und Aufbau von PTL Triebwerken und Turbomotoren</li><li>• Aerothermodynamische Zusammenhänge</li></ul></div> <div>9<ul style="list-style-type: none"><li>• Komponenten des PTL Triebwerks</li></ul></div> <div>10<ul style="list-style-type: none"><li>• Sonderprobleme bei PTL-Triebwerken und Prop-Fans</li></ul></div> <div>11<ul style="list-style-type: none"><li>• Triebwerke für den Überschallflug</li><li>• Allgemeine Anforderungen</li></ul></div> <div>12<ul style="list-style-type: none"><li>• Überschalleinlaufdiffusoren</li></ul></div> <div>13<ul style="list-style-type: none"><li>• Schubdüsegestaltung für den Überschallflug</li></ul></div> <div>14<ul style="list-style-type: none"><li>• Überschalltriebwerke mit Nachverbrennung</li></ul></div> |       |              | <div>Fachbezogen:<ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise der unterschiedlichen Triebwerksbauarten</li><li>• Sie sind in der Lage die aerothermodynamischen Zusammenhänge zu erkennen und zu erklären</li><li>• Sie können die aerothermodynamischen Gesetze auf die Problemstellungen bei der Nachrechnung von Triebwerken anwenden</li></ul></div> <div>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren</li><li>• Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.</li></ul></div> |                          |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |              |         |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse): <ul style="list-style-type: none"><li>• Thermodynamik</li><li>• Strömungsmechanik I</li><li>• Grundlagen der Turbomaschinen</li><li>• Luftfahrtantriebe I</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              | Eine 120-minütige Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfungs-dauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Klausur Luftfahrtantriebe II [MSLRT-2105.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 120                      | 5            | 0       |
| Vorlesung Luftfahrtantriebe II [MSLRT-2105.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          | 0            | 2       |
| Übung Luftfahrtantriebe II [MSLRT-2105.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          | 0            | 2       |

**Modul: Raumflugmechanik II [MSLRT-2202]**

| <b>MODUL TITEL: Raumflugmechanik II</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                     |                |
| 1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>MEHRKÖRPERPROBLEM</li> <li>Bewegungsgleichungen</li> </ul> 2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>MEHRKÖRPERPROBLEM</li> <li>Erhaltungssätze</li> <li>Relativbewegung</li> <li>Einflusssphäre</li> </ul> 3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>DREI-KÖRPER-PROBLEM</li> <li>Librationspunkte</li> <li>Zirkular-restringiertes Dreikörperproblem</li> </ul> 4<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Jacobi-Integral</li> <li>Nullgeschwindigkeitsflächen</li> </ul> 5<br><ul style="list-style-type: none"> <li>BERECHNUNG VON RAUMFLUGBAHNEN</li> <li>Encke'sche Methode</li> </ul> 6<br><ul style="list-style-type: none"> <li>BERECHNUNG VON RAUMFLUGBAHNEN</li> <li>Änderung der Bahnelemente</li> <li>Einfluss der Erdabplattung</li> </ul> 7<br><ul style="list-style-type: none"> <li>BERECHNUNG VON RAUMFLUGBAHNEN</li> <li>Patched-Conic Methode</li> <li>Multi-Conic Methode</li> </ul> 8<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Flugbahnen Erde-Mond</li> <li>Interplanetare Bahnen</li> </ul> 9<br><ul style="list-style-type: none"> <li>LEISTUNGSRECHNUNG</li> <li>Raketen-Grundgleichung</li> <li>Antriebe</li> <li>Geräteparameter</li> </ul> 10<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Stufungsprinzip</li> <li>Apollo-Mondflüge</li> </ul> 11<br><ul style="list-style-type: none"> <li>AUFSTIEGSBAHNEN UND STARTFENSTER</li> <li>Bahnen</li> <li>Segmente</li> </ul> 12<br><ul style="list-style-type: none"> <li>EBENE ZWEIKÖRPERBAHNEN BEI KONSTANTEM SCHUB</li> <li>Grundgleichungen</li> <li>Kleine Schübe</li> </ul> 13<br><ul style="list-style-type: none"> <li>DREHBEWEGUNGEN</li> <li>Bewegungsgleichungen</li> <li>Stabilität</li> <li>Näherungen</li> </ul> |              |                     | Fachbezogen:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Berechnung von Raumflugbahnen unter dem Einfluss von mehreren gravitationsbehafteten Körpern und zusätzlicher Kräfte. Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Beschreibung der rotatorischen Freiheitsgrade und der Methoden zur Stabilisierung.</li> <li>Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben der Auslegung von von Raumflugbahnen und Lage-reglung anzuwenden.</li> <li>Die Studierenden können die Anwendbarkeit und die Grenzen der hergeleiteten Methoden beurteilen.</li> </ul> Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul> |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                            |                                          |           |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|------------|
| 14                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"><li>• LAGEREGELUNG</li><li>• Methoden</li><li>• Kontinuierliche Regelung</li><li>• Diskontinuierliche Regelung</li></ul> |                                          |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                            | <b>Benotung</b>                          |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse): <ul style="list-style-type: none"><li>• Raumfahrzeugbau I, II</li><li>• Raumflugmechanik I</li></ul> |                                                                                                                                                            | Eine mündliche Prüfung                   |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>                                                                                                                 |                                                                                                                                                            |                                          |           |            |
| <b>Titel</b>                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                            | <b>Prüfungs-<br/>dauer<br/>(Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Raumflugmechanik II [MSLRT-2202.a]                                                                                                                                     |                                                                                                                                                            |                                          | 4         | 0          |
| Vorlesung Raumflugmechanik II [MSLRT-2202.b]                                                                                                                                   |                                                                                                                                                            |                                          | 0         | 2          |
| Übung Raumflugmechanik II [MSLRT-2202.c]                                                                                                                                       |                                                                                                                                                            |                                          | 0         | 1          |

**Modul: Raumfahrzeugbau II [MSLRT-2204]**

| <b>MODUL TITEL: Raumfahrzeugbau II</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                     |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
| 1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiedereintritt mit Auftrieb</li> <li>• aerodynamische Beiwerte in hypersonischer Kontinuumsströmung</li> </ul> 2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerothermodynamik des Wiedereintritts: Wärmefluss, Aufheizrate, integrale Last, Stanton-Zahl</li> <li>• Hochtemperatureffekte und deren Auswirkung auf den Wiedereintritt</li> <li>• Thermalschutz</li> </ul> 3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• kinetische Gastheorie</li> <li>• Bestimmung und Bedeutung der Knudsen-Zahlen</li> <li>• Strömungsbereiche und deren Auswirkungen auf den Wiedereintritt</li> </ul> 4<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiedereintrittssimulation: Definition und Verlauf von Kennzahlen</li> <li>• Funktionsweisen und Messbereiche von Hyperschallkanälen</li> <li>• Überblick über das System Satellit und die Subsysteme</li> </ul> 5<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben und Arten der Lagestabilisierung</li> <li>• Schwingung im Gravitationsfeld</li> <li>• Einfluss von Magnetfeld und Solardruck auf einen Satelliten</li> </ul> 6<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Präzession und Nutation: Phänomene und Formeln</li> <li>• energetische Betrachtung eines Kreisel</li> <li>• Funktionsweise und Berechnung eines Jo-Jo-Systems</li> </ul> 7<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktive Lageregelung: geeignete Antriebe</li> <li>• stetige und unstetige Regelung</li> <li>• Reaktionsrad und Momentenkreisels</li> </ul> 8<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsweise und Vergleich von optischen sowie Inertial-Sensoren</li> <li>• mathematische Beschreibung eines integrierenden Wendekeisels</li> </ul> 9<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie- und Leistungsbereiche von Solar- und Brennstoffzellen, Batterien, Radioisotopengeneratoren und solardynamischen Systemen</li> <li>• Funktionsweise und Vergleich der Energiequellen</li> </ul> 10<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Telemetrie und Telekommando</li> <li>• Berechnung von Sende- und Empfangsleistung des Hornstrahlers</li> <li>• Übertragungsverluste und Antennengewinn</li> </ul> 11<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlungsgesetze: Planck, Wien, Stefan-Boltzmann, Kirchhoff, Lambert</li> <li>• Eigenschaften des schwarzen Strahlers</li> </ul> |              |                     | Fachbezogen:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit der Aerothermodynamik und Simulation des Wiedereintritts vertraut.</li> <li>• Sie haben Kenntnis von verdünnten Gasen und freimolekularen Strömungen erlangt.</li> <li>• Den Studierenden wurde ein systemisches Verständnis für Satelliten sowie deren Subsysteme und Strukturen vermittelt.</li> <li>• Sie sind in der Lage, die Interaktion von Raumfahrzeugen mit ihrer Umgebung abzuschätzen sowie Lagestabilisierungs- und -regelungsmechanismen auszulegen.</li> <li>• Sie kennen die Charakteristika der verschiedenen Energieversorgungs- und Kommunikationssysteme.</li> <li>• Die Studierenden sind befähigt, die thermischen Prozesse an Bord eines Satelliten zu interpretieren und geeignete Maßnahmen zu konzipieren.</li> <li>• Sie kennen die Herausforderungen bemannter Raumfahrt und zukünftiger Raumfahrzeuge.</li> <li>• Die Studenten können die Vor- und Nachteile der bemannten bzw. unbemannten Raumfahrt im Vergleich bewerten</li> </ul> Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Studierenden wird der Satellit als System nahegebracht (systemisches Denken).</li> <li>• Sie haben gelernt, Lösungsvorschläge zur Missionsauslegung von Satelliten zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).</li> </ul> |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |    |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----|-----|
| 12                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Strahlungseigenschaften realer Körper</li><li>• Oberflächeneigenschaften und deren Degradation</li><li>• Bestimmung der Gleichgewichtstemperatur</li></ul>                                                                |                         |    |     |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Temperaturgrenzschichten und Thermalkontrolle</li><li>• Aufbau von Raumfahrzeugen anhand konkreter Beispiele: Giotto, STS, ISS</li><li>• Struktur: mechanische Lasten, Kollisionswahrscheinlichkeit und -schutz</li></ul> |                         |    |     |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Massen und Kosten</li><li>• Wiederverwendbare Raumfahrzeuge: Auslegung, bisherige und zukünftige Konzepte</li></ul>                                                                                                       |                         |    |     |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Bemannte Raumfahrt: Historie, Aufgaben, Anforderungen</li><li>• menschliche Physiologie in Mikrogravitation</li><li>• Beispiele</li></ul>                                                                                 |                         |    |     |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                   | Benotung                |    |     |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse): <ul style="list-style-type: none"><li>• Raumfahrzeugbau I</li><li>• Englisch</li></ul>                                                                                                  | Eine mündliche Prüfung  |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                               |                         |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                             | Prüfungsdauer (Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Raumfahrzeugbau II [MSLRT-2204.a]                                                                                                                                                                                                                         |                         | 4  | 0   |
| Vorlesung Raumfahrzeugbau II [MSLRT-2204.b]                                                                                                                                                                                                                       |                         | 0  | 2   |
| Übung Raumfahrzeugbau II [MSLRT-2204.c]                                                                                                                                                                                                                           |                         | 0  | 1   |

**Modul: Flug- und Reisemedizin [MSLRT-2304]**

| MODUL TITEL: Flug- und Reisemedizin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |              |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1     | 4            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | jedes 2. Semester       | WS 2011/2012 | deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |              |         |
| 1<br>• Geschichte, physikalische Grundlagen<br>2<br>• Flugphysiologie I<br>3<br>• Flugphysiologie II<br>4<br>• Arbeitsplatz und Transportmittel Flugzeug, Fluglärm, Schadstoffe, Zwischenfälle, Flugunfälle<br>5<br>• Flugtauglichkeit, Flugangst, Flugreisetauglichkeit, Reisevenenthrombose, Jetlag<br>6<br>• Medizinischer Notfall, Assistancemedizin, Flugrettung, Telemedizin<br>7<br>• Fernreisen: Vorbereitung, Kultur, Klima, Infektionskrankheiten<br>8<br>• Fernreisen: Sonne, Hitze, Kälte<br>9<br>• Höhe, Tauchen, gefährliche Tiere<br>10<br>• Verkehrsmedizin, Müdigkeitsmanagement, Unfälle, Langzeitaufenthalt im Ausland<br>11<br>• Vertiefung<br>• Klausur<br>12<br>• Ganztägige Exkursion zum DLR Köln |       |              | Fachbezogen:<br>• Grundlagen der Physiologie<br>• Grundlagen der Flugphysiologie<br>• Flugmedizinische Fragestellungen<br>• Flugtauglichkeit und Flugreisetauglichkeit<br>• Flugrettung<br>• Grundlagen der Reisemedizin<br>• Fernreisen: Vorbereitung, Impfprophylaxe, Sonne, Hitze, Kälte<br>• Tauchen, Höhen- und Bergmedizin<br>• Langzeitaufenthalt im Ausland<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• keine |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |              |         |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse):<br>• Grundlagen Raumfahrttechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              | Eine 60-minütige Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Klausur Flug- und Reisemedizin [MSLRT-2304.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 60                      | 4            | 0       |
| Vorlesung/Übung Flug- und Reisemedizin [MSLRT-2304.bc]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         | 0            | 3       |

**Modul: Flugzeuglärm [MSLRT-2306]**

| <b>MODUL TITEL: Flugzeuglärm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Akustik: Beschreibung der Größen Schalldruck, Schallschnelle, Schallimpedanz, Schallleistung und Schallintensität</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definition von Schalldruck- und Schalleistungspegel, Berechnung des Gesamtpegels bei mehreren Einzelschallquellen, Abhängigkeit der Pegel vom Abstand von der Schallquelle</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau der Messtechnik zur Erfassung der Lärmemission von Flugzeugen, Funktion von Mikrofonen und deren Positionierung beim Messaufbau</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse von Messergebnissen wie Schallpegelspektren und Richtcharakteristiken mit Beispielen</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gesetze und Verordnungen gegen den Fluglärm für Verkehrsflugzeuge mit Strahlantrieb, für Flugzeuge der Allgemeinen Luftfahrt und für Hubschrauber</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Unterschiedliche Lärmbewertungen: Definitionen, Einflussfaktoren, Berechnungsvorschriften</li> <li>Aussagen der bewerteten Pegel zum jeweiligen Lautstärkeindruck</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung des Lärmentstehungsmechanismus von Propellern</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängigkeit des Propellerlärms von den einzelnen Parametern wie Propellerdrehzahl, Propellerdurchmesser, Propellerwellenleistung, Blattzahl, Blattspitzengeschwindigkeit, Blattanstellwinkel</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herleitung der inhomogenen Wellengleichung der Akustik und Beschreibung der 3 unterschiedlichen Quellterme: Monopol, Dipol, Quadrupol</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lösung der Wellengleichung zur Berechnung des Propellerlärms und Beschreibung von Beispielen</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>z. B. bei Druckpropellern, Hubschrauberhaupt- und Heckrotoren und Ermittlung des Lärms von Propellern in gestörter Zuströmung, Mantelschrauben</li> </ul> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung des Lärmentstehungsmechanismus von Strahltriebwerken, insbesondere des Fanlärms und des Schubstrahlärms</li> </ul> <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung des Fanlärms, Ausnutzung und Behandlung der cut-off -Frequenz zur Lärmreduzierung</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, die Kenngrößen, Definitionen und Einheiten der Akustik zu beschreiben und in ihrer Bedeutung zu bewerten.</li> <li>Sie haben gelernt, akustische Messaufbauten zu erstellen, die Funktion von Mikrofonen zu beschreiben und deren Positionierung sinnvoll auszuwählen.</li> <li>Die Studierenden sind fähig, die Ergebnisse aus Messungen des von Flugzeugen emittierten Lärms zu interpretieren. Es geht dabei um die Auswertung von Lärmspektren und Richtcharakteristiken.</li> <li>Sie haben Kenntnisse erworben zu den unterschiedlichen Gesetzen und Verordnungen gegen den Fluglärm zu Flugzeugen der Allgemeinen Luftfahrt, zu Verkehrsflugzeugen und zu Hubschraubern.</li> <li>Sie haben den Entstehungsmechanismus der unterschiedlichen Hauptschallquellen von Flugzeugen verstanden, und sie können die Abhängigkeit der Lärmemission von den relevanten Parametern beschreiben.</li> <li>Die Studierenden haben die Ansätze zur theoretischen Berechnung der Schallabstrahlung der einzelnen Hauptschallquellen verstanden und einige Beispiellösungen kennen gelernt.</li> <li>Sie sind fähig, aktive und passive Lärmreduzierungsmaßnahmen an Flugzeugen für unterschiedliche, in der Praxis vorkommende Aufgabenstellungen zu erarbeiten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zum Flugzeuglärm im Zusammenhang mit dem Gesamtsystem Flugzeug zu analysieren.</li> <li>Die Studierenden haben gelernt, Lösungsvorschläge zur Lärmreduzierung zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).</li> <li>Die Studenten haben gelernt, den Zusammenhang einer Lärmreduzierung mit den hiermit zusammenhängenden Kosten wirtschaftlich zu bewerten.</li> </ul> |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Berechnung des Schubstrahl­lärms mit der inhomogenen Wellengleichung</li><li>• Diskussion der Lösungen insbesondere des u-hoch-8-Gesetzes von Lighthill</li><li>• Beschreibung des Lärmmechanismus von Überschall-Schubstrahlen</li></ul> |                                 |    |     |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Diskussion und Analyse aktiver und passiver Lärmreduzierungsmaßnahmen</li><li>• Funktionsmechanismus von Helmholtz-Resonatoren</li></ul>                                                                                                  |                                 |    |     |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                   | Benotung                        |    |     |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"><li>• Flugzeugbau I</li></ul>                                                                                                                                                                                       | Eine mündliche Prüfung          |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                               |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                             | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Flugzeuglärm [MSLRT-2306.a]                                                                                                                                                                                                                                               |                                 | 4  | 0   |
| Vorlesung Flugzeuglärm [MSLRT-2306.b]                                                                                                                                                                                                                                             |                                 | 0  | 2   |
| Übung Flugzeuglärm [MSLRT-2306.c]                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Raumfahrtantriebe II [MSLRT-2308]**

| MODUL TITEL: Raumfahrtantriebe II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |              |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Häufigkeit               | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1     | 5            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | jedes 2. Semester        | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |              |         |
| <div>1<ul style="list-style-type: none"><li>Treibstoffaufbereitung und Verbrennungsprozess bei Flüssigkeitstriebwerken</li></ul></div> <div>2<ul style="list-style-type: none"><li>Auslegung von Treibstoffpumpen und Turbinen</li></ul></div> <div>3<ul style="list-style-type: none"><li>Schubvektorsteuerung</li></ul></div> <div>4<ul style="list-style-type: none"><li>Verbrennungsinstabilitäten</li></ul></div> <div>5<ul style="list-style-type: none"><li>Auslegung und Betrieb von Testanlagen</li></ul></div> <div>6<ul style="list-style-type: none"><li>Antriebe für Satelliten und Orbitalsysteme</li></ul></div> <div>7<ul style="list-style-type: none"><li>Luftatmende Antriebe und Kombinationstriebwerke für wieder verwendbare Raumtransportsysteme</li></ul></div> |       |              | <div>Fachbezogen:<ul style="list-style-type: none"><li>Die Studierenden können die Treibstoffaufbereitung und den Verbrennungsprozess bei Flüssigtriebwerken beschreiben.</li><li>Sie wissen, wie Treibstoffpumpen und Turbinen auszulegen sind.</li><li>Sie verstehen das Prinzip der Schubvektorsteuerung.</li><li>Sie können mögliche Verbrennungsinstabilitäten beschreiben.</li><li>Sie wissen, wie Testanlagen auszulegen und zu betreiben sind.</li><li>Sie kennen die speziellen Antriebe für Satelliten und Orbitalsysteme sowie für wieder verwendbare Raumtransportsysteme</li></ul></div> <div>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<ul style="list-style-type: none"><li>keine</li></ul></div> |                          |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |              |         |
| <div>Empfohlene Voraussetzungen:<ul style="list-style-type: none"><li>Thermodynamik</li><li>Strömungsmechanik</li><li>Raumfahrtantriebe I</li></ul></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              | Eine schriftliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfungs-dauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Raumfahrtantriebe II [MSLRT-2308.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          | 5            | 0       |
| Vorlesung Raumfahrtantriebe II [MSLRT-2308.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          | 0            | 2       |
| Übung Raumfahrtantriebe II [MSLRT-2308.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          | 0            | 2       |

**Modul: Gasdynamik realer Gase [MSLRT-2309]**

| <b>MODUL TITEL: Gasdynamik realer Gase</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                     |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1            | 5                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                     |                |
| 1<br>• Einleitung, Molekülmodelle, Druck, Temperatur und innere Energie<br>2<br>• Mittlere freie Weglänge, Einleitung<br>• Kinetische Gleichgewichtstheorie<br>• Geschwindigkeitsverteilungsfunktion<br>3<br>• Zustandsgleichung eines perfekten Gases<br>• Maxwellverteilung<br>4<br>• Maxwellverteilung, Endergebnisse, Diskussion<br>5<br>• Einleitung statistische Mechanik<br>• Makroskopische und mikroskopische Beschreibung<br>• Quantenenergiezustände<br>6<br>• Abzählung der Mikrozustände<br>• Verteilung auf Energiezustände<br>7<br>• Boltzmann-Grenzfall<br>• Boltzmann-Verteilung<br>8<br>• Thermodynamische Eigenschaften in Verbindung mit der Translationsenergie<br>• Beitrag der inneren Struktur<br>9<br>• Einatomige Gase<br>• Zweiatomige Gase<br>10<br>• Chemisch reagierende Systeme<br>11<br>• Dissoziation-Rekombination eines symmetrischen, zweiatomigen Gases<br>12<br>• Gleichgewichtseigenschaften von Gasen<br>• Ideal dissoziierendes Gas<br>13<br>• Ionisationsgleichgewicht<br>14<br>• Gasgemische, Eigenschaften von Luft im Gleichgewicht<br>15<br>• Gleichgewichtsströmungen, Stationäre Stoßwellen<br>• Stationäre Düsenströmung |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden erkennen und verstehen die wichtigsten Fragestellungen der Hochtemperatur-Gasdynamik und sind in der Lage, selbständig diese systematisch zu analysieren und zu lösen<br>• Sie sind fähig, die wichtigsten Theorien der kinetischen Gastheorie und der statistischen Gasdynamik zu erklären, Lösungsmethoden auszuwählen und der Aufgabenstellung entsprechend anzuwenden<br>• Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Berechnung von Hochtemperatureffekten in realen Gasen<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• keine |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     | <b>Benotung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Gasdynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |                     | Eine mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |                     |                |

| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN |                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Titel                                               | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Gasdynamik realer Gase [MSLRT-2309.a]       |                                 | 5  | 0   |
| Vorlesung Gasdynamik realer Gase [MSLRT-2309.b]     |                                 | 0  | 2   |
| Übung Gasdynamik realer Gase [MSLRT-2309.c]         |                                 | 0  | 2   |

**Modul: Hyperschall-Aerothermodynamik [MSLRT-2310]**

| <b>MODUL TITEL: Hyperschall-Aerothermodynamik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1            | 3                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                     |                |
| 1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Atmosphäre</li> <li>• Höhenabhängigkeit von Druck, Dichte, Temperatur usw.</li> </ul> 2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungen beim Raumflug und Wiedereintritt</li> <li>• Einteilung der Strömungsbereiche nach aerodynamischen und gaskinetischen Gesichtspunkten</li> <li>• Hochtemperatureffekte beim Wiedereintritt</li> </ul> 3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizierung der Raumfahrzeuge</li> <li>• Wiedereintrittsbahn und Flugphasen (Kapsel und Shuttle)</li> </ul> 4<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahnmechanik beim Wiedereintritt. Fortsetzung</li> <li>• Definition der aerodynamischen Beiwerte</li> <li>• Energiebilanz beim Wiedereintritt als Gestaltungsprinzip</li> </ul> 5<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung von Druck- und Wandschubspannungsverteilungen in der freien Molekülströmung für einfache Körpergeometrien</li> </ul> 6<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Newtonsche Strömung als Sonderfall der freien Molekülströmung</li> </ul> 7<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtgleichgewichtseffekte</li> <li>• Reaktionskinetische Kennzahlen und Bereiche</li> <li>• Chemische Zustandsänderung und Reaktionsweg</li> </ul> 8<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Reibungsfreie Hyperschallströmung</li> <li>• Physikalische Interpretation der Machzahl</li> <li>• Senkrechte und schräge Verdichtungsstöße im Hyperschall</li> </ul> 9<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Hypersonische Näherungen für den schrägen Stoß</li> <li>• Prinzip der Machzahlunabhängigkeit</li> </ul> 10<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Hypersonische Näherungsverfahren zur Berechnung der aerodynamischen Beiwerte</li> <li>• Einfache Berechnungsmethoden für Widerstand und Auftrieb</li> </ul> 11<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Reibungsbehaftete Hyperschallströmung</li> <li>• Charakteristische Wärmeübergangskennzahlen</li> </ul> 12<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Laminare kompressible Grenzschicht mit Wärmeübergang</li> <li>• Stoß- Grenzschicht- Interaktion an der ebenen Platte</li> </ul> 13<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeübergang im Staupunkt</li> <li>• Wärmeübergangsverteilung an stumpfen Körpern</li> </ul> 14<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Laminar- turbulente Transition und Wärmeübergang</li> <li>• Turbulente Hyperschallströmungen</li> </ul> |              |                     | Fachbezogen:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erkennen und verstehen die wichtigsten Fragestellungen der Aerothermodynamik im Hyperschall und sind in der Lage, selbständig diese systematisch zu analysieren und zu lösen</li> <li>• Sie sind fähig, die wichtigsten Theorien der aerothermodynamischen Problemgebiete zu erklären, Lösungsmethoden auszuwählen und der Aufgabestellung entsprechend anzuwenden</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Berechnung reibungsfreier und reibungsbehafteter stationärer Hyperschallströmungen mit einfachen Methoden</li> </ul> Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen                                                                                                   | Benotung                        |    |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"><li>• Gasdynamik</li><li>• Strömungslehre</li></ul> | Eine mündliche Prüfung          |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                               |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                             | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Hyperschall-Aerothermodynamik [MSLRT-2310.a]                                                              |                                 | 3  | 0   |
| Vorlesung/Übung Hyperschall-Aerothermodynamik [MSLRT-2310.bc]                                                     |                                 | 0  | 2   |

**Modul: Turbulente Strömungen [MSLRT-2312]**

| MODUL TITEL: Turbulente Strömungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |              |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|----------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |              |          |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Häufigkeit               | Turnus Start | Sprache  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1     | 3            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | jedes 2. Semester        | WS 2011/2012 | englisch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |              |          |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                          |              |          |
| <div>1. Introduction to Turbulence, Equatations of Fluid Motion</div> <div>2. Statistical Description of Turbulence, mean Flow Equatations</div> <div>3. Turbulent Round Jet, Turbulent Kinetic Energy</div> <div>4. Mixing Layer, Homogeneous Shear Flow, Grid Turbulence, Intermittency</div> <div>5. Energy Cascade, Kolmogorov Hypotheses, Energy Transfer</div> <div>6. Velocity Spectra, Kolmogorov Spectrum</div> <div>7. Channel Flow</div> <div>8. Boundary Layer, Coherent Structures</div> <div>9. Turbulent Viscosity Models</div> <div>10. Large-Eddy-Simulation</div> |       |              | <div>Fachbezogen:Turbulence is different fram the courses you have taken so far. Here, equations will be important, but much of the theory is based on scaling arguments. The comprehension of dimensional analysis and scales will be important. The objective of the course is to provide Lernziele the theory and knowledge for understanding, for example, of publications and seminar talks on the subject, and to serve as a basis for making a contribution to the field.</div> |                          |              |          |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |              |          |
| <div>Empfohlene Voraussetzungen:</div> <div><div>• Strömungsmechanik I</div><div>• Strömungsmechanik II</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              | <div>Eine 120-minütige Klausur</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |              |          |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |              |          |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Prüfungs-dauer (Minuten) | CP           | SWS      |
| Klausur Turbulente Strömungen [MSLRT-2312.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 120                      | 3            | 0        |
| Vorlesung Turbulente Strömungen [MSLRT-2312.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          | 0            | 2        |

**Modul: Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt [MSLRT-2314]**

| <b>MODUL TITEL: Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                     |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |
| 1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Klassifizierung aeroelastischer Vorgänge: statisch, dynamisch</li> </ul> 2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Statische aeroelastische Probleme (2D-Betrachtung):</li> <li>Torsionsdivergenz</li> <li>Ruderwirksamkeit</li> </ul> 3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Höhenleitwerkswirksamkeit</li> <li>Lösungsmethoden statischer aeroelastischer Probleme an Auftriebssystemen:</li> <li>Torsionsdivergenz des geraden Flügels</li> </ul> 4<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Näherungsmethoden (Ansatzfunktionen, Einflußzahlen)</li> <li>Torsionsdivergenz des gepfeilten Flügels</li> </ul> 5<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamische aeroelastische Probleme:</li> <li>Einleitung</li> <li>Flattern, reduzierte Frequenz</li> <li>Erweiterte Ansätze zur bestimmung aerodynamischer lasten</li> </ul> 6<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Formulierung der Bewegungsgleichungen:</li> <li>stationär</li> <li>quasi-stationär</li> </ul> 7<br><ul style="list-style-type: none"> <li>instationär</li> <li>vollständiger instationärer Luftkraftansatz</li> </ul> 8<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Grundsätzliche Vorgehensweise bei der rechnerischen Flatteranalyse</li> </ul> 9<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Die Streifentheorie</li> </ul> 10<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Lösungsmethoden der Flütergleichungen:</li> <li>p*-Methode</li> <li>p-Methode</li> </ul> 11<br><ul style="list-style-type: none"> <li>v-g-Methode</li> <li>p-k-Methode</li> </ul> 12<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Experimentelle Identifikation strukturdynamischer und aeroelastischer Probleme</li> <li>Einleitung</li> </ul> 13<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Phasentrennungsverfahren</li> </ul> 14<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Phasenresonanzverfahren</li> </ul> 15<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Messtechnischer Aufwand und Sensorierung</li> </ul> |              |                     | <b>Fachbezogen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind fähig statische und dynamische aeroelastischer Vorgänge zuzuordnen und deren physikalische Zusammenhänge zu beschreiben.</li> <li>Sie kennen Formen der Darstellung der Bewegungsgleichungen unter unterschiedlicher aerodynamischer und struktureller Randbedingungen und Annahmen (2D-/3D-Problembetrachtung bzw. stationäre, quasi-stationäre sowie instationäre Problembehandlung).</li> <li>Sie kennen analytische Lösungsmethoden für 2D-Probleme unter stationärer und quasistationärer Randbedingungen und sie können sie anwenden</li> <li>Sie kennen Lösungsmethoden für instationäre aeroelastische Effekte an Tragwerken sowie deren Vor- und Nachteile</li> <li>Die Studierenden sind fähig auf der Basis der übermittelten Grundlagen theoretische wissenschaftlichen Argumentationen komplexer aeroelastischer Problemen zu ermitteln und zu beurteilen.</li> </ul> <b>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse zu bewerten und zu vertreten.</li> </ul> |                   |                     |                |

| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                          | Benotung                        |    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"><li>• Technische Mechanik I, II, III</li><li>• Strukturentwurf von Luft- und Raumfahrt</li><li>• Schwingungen im Leichtbau I, II</li></ul> | Eine mündliche Prüfung          |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                      |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                    | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt [MSLRT-2314.a]                                                                                                                                            |                                 | 4  | 0   |
| Vorlesung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt [MSLRT-2314.b]                                                                                                                                          |                                 | 0  | 2   |
| Übung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt [MSLRT-2314.c]                                                                                                                                              |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken [MSLRT-2317]**

| MODUL TITEL: Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |              |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1     | 3            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | jedes 2. Semester       | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |              |         |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung</li><li>• Definitionen</li><li>• Beispiele in der Luft- und Raumfahrt</li><li>• Elastizitätstheoretische Grundlagen</li></ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Membranschale:</li><li>• Zylinderschale</li><li>• Kegelschale</li><li>• Kugelschale</li></ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fourierreihenentwicklung für Lasten und Verformungen</li><li>• Lösung der Differentialgleichungen - Übertragungsmatrizen</li><li>• Spantversteifungen</li></ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Behältertheorie</li></ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Halbiegetheorie</li></ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vollständige Biegetheorie</li></ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schalenstabilität:</li><li>• unversteifte Schalen</li></ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schalenstabilität:</li><li>• versteifte Schalen</li></ul> <p>Die Vorlesung wird in 8 doppelstündigen Blöcken gelesen. Es werden ebenfalls 8 doppelstündige Übungsblöcke stattfinden.</p> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten Theorien für die ingenieurmäßige Behandlung von Schalentragwerken.</li><li>• Sie wissen, wie geschlossene und numerische Lösungen der Differentialgleichungen in Übertragungs- und/oder Steifigkeitsmatrizen überführt werden können.</li><li>• Damit sind die Studierenden in der Lage, eigenständig Schalen zu entwerfen.</li><li>• Sie wissen weiterhin, wie Kräfte fachgerecht in Schalenstrukturen eingeleitet werden und wie durch Versteifungen das Tragverhalten von Schalen verbessert werden kann.</li></ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. Es wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Lösungsansätze vorzustellen.</li></ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Technische Mechanik I, II</li><li>• Leichtbau</li><li>• Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              | <p>Eine mündliche Prüfung</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken [MSLRT-2317.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         | 3            | 0       |
| Vorlesung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken [MSLRT-2317.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         | 0            | 1       |
| Übung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken [MSLRT-2317.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         | 0            | 1       |

## Modul: Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme [MSLRT-2319]

| MODUL TITEL: Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 |              |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Häufigkeit                      | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1     | 3            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | jedes 2. Semester               | WS 2011/2012 | deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |              |         |
| <div>1</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Auswahlkriterien für Elemente</li><li>• Grenzen von Elementen</li><li>• Pre/Postprocessor</li><li>• Vernetzung, inkompatible Netze</li></ul> <div>2</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Numerische Integration</li><li>• Elementsperre</li><li>• reduzierte Integration</li></ul> <div>3</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Behandlung dynamischer Probleme</li><li>• Einführung und grundlegende Gleichungen</li><li>• Finite Element Formulierung</li><li>• Eigenwertprobleme</li></ul> <div>4</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Integration im Zeitbereich</li><li>• Modale Superposition</li></ul> <div>5</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kondensationsmethoden</li><li>• Substrukturen</li><li>• Statische Kondensation</li><li>• Dynamische Kondensation</li></ul> <div>6</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in nichtlineare Berechnungen</li><li>• Geometrische Nichtlinearitäten</li><li>• Material-Nichtlinearitäten</li><li>• Iterationsverfahren</li></ul> <div>7</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Stabilitätsverhalten von Strukturen</li><li>• Grundlegende Gleichungen</li><li>• Lineare Stabilitätsanalyse</li></ul> <div>8</div> <p>Einführung in Kontaktprobleme</p> |       |              | <div>Fachbezogen:</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden erhalten die Befähigung, die Finite-Element-Methode richtig einzusetzen, um strukturdynamische und nichtlineare Probleme zu bearbeiten.</li><li>• Damit sind sie in der Lage kommerzielle Programmsysteme zu nutzen und können mit Hilfe der Programmhandbücher die Lösungswege finden, die für das zu behandelnde Problem am besten geeignet sind.</li><li>• Desweiteren werden sie in der Lage sein, die Ergebnisse von Berechnungen richtig zu interpretieren und auf Richtigkeit zu überprüfen.</li></ul> <div>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. Es wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Lösungsansätze vorzustellen.</li></ul> |                                 |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |              |         |
| <div>Empfohlene Voraussetzungen:</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Technische Mechanik</li><li>• Grundlagen der Finite Elemente Methode</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              | Eine 120-minütige Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP           | SWS     |
| Klausur Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme [MSLRT-2319.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 120                             | 3            | 0       |
| Vorlesung Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme [MSLRT-2319.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 | 0            | 1       |
| Übung Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme [MSLRT-2319.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 | 0            | 1       |

## Modul: Schutz von Raumfahrzeugen gegen Mikrometeoriten und Weltraumtrümmer [MSLRT-2320]

| MODUL TITEL: Schutz von Raumfahrzeugen gegen Mikrometeoriten und Weltraumtrümmer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |              |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Häufigkeit               | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1     | 3            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | jedes 2. Semester        | WS 2012/2013 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                          |              |         |
| <div>1</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Einführung und Motivation</li><li>Umgebungsbedingungen - Mikrometeoriten</li></ul> <div>2</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Umgebungsbedingungen - Weltraumtrümmer</li><li>Zukünftige Entwicklung und Vermeidung</li></ul> <div>3</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Mathematische Beschreibung</li><li>Abschätzung der Gefährdung von Raumfahrzeugen</li></ul> <div>4</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Physikalische Phenomene beim Einschlag</li><li>Schutzmaßnahmen</li></ul> <div>5</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Ausgeführte Schutzkonzepte</li></ul> <div>6</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Schadensgleichungen</li><li>Entwicklungsmöglichkeiten</li><li>Tests</li><li>numerische Simulation</li></ul> <div>7</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Schadensvorhersage für Missionen</li></ul> <div>8</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Schadensvorhersage</li><li>Optimierung von Schutzsystemen</li></ul> <div>Sonstiges:</div> <div>Die Vorlesung wird in 8 doppelstündigen Blöcken gelesen. Es werden ebenfalls 8 doppelstündige Übungsblöcke stattfinden.</div> |       |              | <div>Fachbezogen:</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Die Studierenden kennen und verstehen die Problematik der Weltraumtrümmer für die Raumfahrt kennen.</li><li>Sie sind inder Lage zu beurteilen, welche Schutzmaßnahmen bei unterschiedlichen Missionen möglich bzw. erforderlich sind.</li><li>Weiterhin wissen sie, welche Strategieen angewendet können bzw. müssen, um die unkontrollierte Zunahme von Weltraumtrümmerteilen zu vermeiden.</li><li>Sie sind in der Lage, Schutzkonzepte für bestimmte Missionen zu entwerfen und so auszulegen, dass geforderte Überlebenswahrscheinlichkeiten erreicht werden.</li></ul> <div>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. Es wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Lösungsansätze vorzustellen.</li></ul> |                          |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                          |              |         |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"><li>Raumfahrzeugbau</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              | Eine mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Prüfungs-dauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Schutz von Raumfahrzeugen gegen Mikrometeoriten und Weltraumtrümmer [MSLRT-2320.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          | 3            | 0       |
| Vorlesung Prüfung Schutz von Raumfahrzeugen gegen Mikrometeoriten und Weltraumtrümmer [MSLRT-2320.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          | 0            | 1       |
| Übung Prüfung Schutz von Raumfahrzeugen gegen Mikrometeoriten und Welt-raumtrümmer [MSLRT-2320.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          | 0            | 1       |

**Modul: Schwingungen im Leichtbau I [MSLRT-2321]**

| <b>MODUL TITEL: Schwingungen im Leichtbau I</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |                     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |                     |                |
| 1<br>• Schwingungsfähige Systeme und ihre Problemstellungen:<br>• Einleitung<br>2<br>• Das Feder-Masse Dämpfer-System mit einem Freiheitsgrad:<br>• Federtypen<br>• Dämpfungsarten<br>• Masse<br>3<br>• Freie Schwingungen:<br>• Aufstellung der homogenen Differentialgleichung (DGL)<br>• Energiemethode<br>• Lösung der homogenen DGL<br>4<br>• Wurzelortskurvendarstellung<br>• Das logarithmische Dekrement<br>5<br>• Antwort auf eine Krafterregung bekannter Zeitabhängigkeit:<br>• Erregungen<br>• analytische Lösung der DGL<br>• Phasenebenmethode<br>• Antwort im Zeitbereich<br>• Runge-Kutta-Verfahren<br>6<br>• Antwort auf eine Wegerregung<br>7<br>• Antwort auf einfache Stoßprofile:<br>• Rampe<br>• Halbsinus<br>8<br>• Fußpunkterregung<br>• Kraft-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsstoß<br>9<br>• Periodische Krafterregung, viskös gedämpft:<br>• Aufstellung der inhomogenen DGL<br>• Lösung der inhomogenen DGL<br>10<br>• Bandbreite eines Resonators<br>• Die komplexe Steifigkeit<br>• Leistungsaufnahme der gedämpften periodischen Schwingung<br>11<br>• Periodische Amplitudenerregung, viskös gedämpft<br>• Aufstellung der inhomogenen DGL<br>• Rückführung auf die periodische Krafterregung<br>12<br>• Stochastische Vorgänge<br>13<br>• Nichtlineare Schwingungen |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden sind in der Lage die mathematische Formulierung des linearen Feder-Masse-Dämpfer-Systems mit einem und zwei Freiheitsgrade unter unterschiedlichen deterministischen Erregerfunktionen darzustellen.<br>• Sie können die Strukturparameter (Frequenz, Schwingungsformen und Dämpfung) ermitteln und können auf der Basis analytischer Methoden sowie Näherungsmethoden die Strukturantwort berechnen (deterministische Betrachtungsweise).<br>• Sie kennen Grundlagen der statistischen Methoden zur Beschreibung stochastischer Vorgänge (probabilistische Betrachtungsweise).<br>• Die Studierenden sind fähig, nichtlineare Effekte in den Bewegungsgleichungen einzubinden und auf der Basis von Näherungsmethoden die Strukturantwort zu berechnen.<br>• Die Studierenden sind fähig auf der Basis der übermittelten Grundlagen und Erkenntnisse verallgemeinerte strukturdynamische Probleme theoretisch zu modellieren und zu lösen.<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die daraus ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten (Methodenkompetenz)<br>• Im Rahmen der Übung werden Ergebnisse aus schon berechneten Beispielen vorgestellt deren technische Interpretation im Rahmen eines Dialogs kollektiv erfolgt wird (Teamarbeit). |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                                                  |                                          |           |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|------------|
| 14                                                                                                                                                                                                               |                                          |           |            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Das System mit zwei Freiheitsgraden:</li><li>• Die Lagrangeschen Gleichungen</li><li>• Eigenfrequenzbestimmung</li></ul>                                                 |                                          |           |            |
| 15                                                                                                                                                                                                               |                                          |           |            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Tilgung</li><li>• Gegenschwinger mit Dämpfung</li></ul>                                                                                                                  |                                          |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                           | <b>Benotung</b>                          |           |            |
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"><li>• Technische Mechanik I, II, III</li><li>• Grundlagen der Finite-Elemente-Methode</li></ul> | Eine mündliche Prüfung                   |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>                                                                                                                                                   |                                          |           |            |
| <b>Titel</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>Prüfungs-<br/>dauer<br/>(Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Prüfung Schwingungen im Leichtbau I [MSLRT-2321.a]                                                                                                                                                               |                                          | 4         | 0          |
| Vorlesung Schwingungen im Leichtbau I [MSLRT-2321.b]                                                                                                                                                             |                                          | 0         | 2          |
| Übung Schwingungen im Leichtbau I [MSLRT-2321.c]                                                                                                                                                                 |                                          | 0         | 1          |

**Modul: Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung [MSLRT-2324]**

| <b>MODUL TITEL: Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                     |                |
| 1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Mensch-Maschine-Schnittstellen</li> <li>• Ereignisorientierte Dialogsysteme</li> <li>• Dynamische Systeme</li> </ul> 2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemkomponente Mensch</li> <li>• Informationsverarbeitung beim Menschen</li> <li>• Verhaltensmodelle</li> </ul> 3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsaufnahme beim Menschen</li> <li>• Visuelle, akustische und haptische Wahrnehmung</li> <li>• Das Vestibulärsystem</li> </ul> 4<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsverarbeitung beim Menschen</li> <li>• Neuronale Informationsverarbeitung</li> <li>• Mentales Entscheidungsverhalten</li> </ul> 5<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsausgabe beim Menschen</li> <li>• Koordination der Willkürmotorik</li> <li>• Manuelle Regelung</li> </ul> 6<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergonomische Bewertung von Mensch-Maschine-Schnittstellen</li> <li>• Gestaltungsrichtlinien</li> </ul> 7<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertungsverfahren für MMS</li> <li>• Kriterienorientierte Evaluierung</li> <li>• Prüfverfahren und Befragungen</li> </ul> 8<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung empirischer Untersuchungen</li> <li>• Funktionsmodelle</li> <li>• Versuchsplanung</li> </ul> 9<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistische Versuchsauswertung</li> <li>• Simulative Bewertung</li> <li>• Aufbau von Mensch-Maschine-Modellen</li> </ul> 10<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensch-Maschine-Systemtechnik</li> <li>• Zuverlässigkeit und Verlässlichkeit von MMS</li> <li>• Zuverlässigkeit technischer Systemkomponenten</li> </ul> 11<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Menschliche Handlungszuverlässigkeit und Fehlerverhalten</li> <li>• Probabilistische Sicherheitsanalysen</li> <li>• Verlässlichkeit</li> </ul> 12<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamische Systeme</li> <li>• Manuell geregelte Systeme</li> <li>• Benutzergerechte Automatisierung</li> </ul> |              |                     | Fachbezogen:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundbegriffe aus den Bereichen Anthropotechnik und Mensch-Maschine-Systeme und sind in der Lage Gestaltungsgrundsätze beim Design von Mensch-Maschine-Schnittstellen für Fahrzeug- und Prozessleitsysteme anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden haben die Funktionsweise der menschlichen Wahrnehmung verstanden. Ebenso kennen sie regelungstechnische Besonderheiten des Systems Mensch-Maschine und sind fähig, diese Erkenntnisse zur Analyse und Bewertung der Ergonomie von gegebenen Mensch-Maschine-Schnittstellen anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Bewertungsverfahren und sind damit in der Lage Evaluationen von Mensch-Maschine-Systemen selbstständig zu planen und durchzuführen.</li> </ul> Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind fähig komplexere Fragestellungen methodisch zu analysieren, zu bewerten und eigene innovative Ideen zur Optimierung herzuleiten.</li> <li>• Die Studierenden können abstrakte Konzepte kritisch hinterfragen und auf aktuelle Problemstellungen übertragen.</li> </ul> |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                     |                                 |    |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| 13                                                                                                                                                                  |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Assistenzsysteme</li><li>• Assistenzfunktionen für Dialogsysteme</li><li>• Assistenzsystem für Dynamische Systeme</li></ul> |                                 |    |     |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                     | Benotung                        |    |     |
|                                                                                                                                                                     | Eine mündliche Prüfung          |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                 |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                               | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung [MSLRT-2324.a]                                                                                          |                                 | 4  | 0   |
| Vorlesung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung [MSLRT-2324.b]                                                                                        |                                 | 0  | 2   |
| Übung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung [MSLRT-2324.c]                                                                                            |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Numerische Strömungsmechanik II [MSLRT-2326]**

| <b>MODUL TITEL: Numerische Strömungsmechanik II</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1            | 3                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                   | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| 1<br>• Einführung in die Lösung von Anfangswertproblemen<br>• Wärmeleitungsgleichung<br>• Programmbeispiele<br>2<br>• Numerische Lösung der Grenzschichtgleichungen<br>• Linearisierung impliziter Lösungsverfahren<br>• Anwendungsbeispiele<br>3<br>• Einführung in die Lösung linearer hyperbolischer Gleichungen<br>• Numerische Lösung der Potentialgleichung<br>• Anwendungsbeispiele<br>4<br>• Upwind und zentrale Diskretisierungen<br>• Transporteigenschaften der Diskretisierungen<br>• Dissipativer und dispersiver Abbruchfehler<br>5<br>• Einführung in die Lösung der Euler Gleichungen<br>• Verschiedene Formen der Euler Gleichungen<br>6<br>• Diskontinuierliche Lösungen der Euler Gleichungen<br>• Rankine Hugoniot Beziehungen<br>7<br>• Einführung in die Upwind Verfahren der Euler Gleichungen<br>8<br>• Ableitung des Flux-Difference Splitting Schemas<br>9<br>• Flux-Vector Splitting<br>• Diskretisierung höherer Ordnung<br>10<br>• Explizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen<br>• MacCormack, Runge-Kutta etc. Methoden<br>11<br>• Konvergenzbeschleunigung<br>• FAS Mehrgittermethoden, lokale Zeitschrittverfahren<br>12<br>• Implizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen<br>• Linearisierungen der Euler Gleichungen<br>• Duale Zeitschrittverfahren<br>13<br>• Diskretisierung der Euler Gleichungen auf unstrukturierten Netzen<br>• Formulierung von Upwind Schemata<br>14<br>• Numerische Lösung der Euler Gleichungen für das Stoßrohrproblem<br>• Anwendungsbeispiel |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studenten beherrschen die die Entwicklung von Lösungsalgorithmen für Systeme von partiellen Differentialgleichungen<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert. |                   |                     |                |

| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                          | Benotung                        |    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse): <ul style="list-style-type: none"><li>Numerische Strömungsmechanik I</li><li>Strömungsmechanik I, II</li><li>Thermodynamik</li><li>Höhere Mathematik</li></ul> | Eine 60-minütige Klausur        |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                      |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                    | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Klausur Numerische Strömungsmechanik II [MSLRT-2326.a]                                                                                                                                                                                   | 60                              | 3  | 0   |
| Vorlesung Numerische Strömungsmechanik II [MSLRT-2326.b]                                                                                                                                                                                 |                                 | 0  | 1   |
| Übung Numerische Strömungsmechanik II [MSLRT-2326.c]                                                                                                                                                                                     |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Strömungsmessverfahren II [MSLRT-2328]**

| <b>MODUL TITEL: Strömungsmessverfahren II</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1            | 3                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                       | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
| 1<br>• Einführung: Strömungsvisualisierungsverfahren, Pressure sensitive paint (PSP), Geschwindigkeitsmessverfahren<br>2<br>• Strömungsvisualisierungsverfahren: Schattenverfahren, Schlierenverfahren, Farbschlierenverfahren, Background oriented Schlieren (BOS)<br>3<br>• Strömungsvisualisierungsverfahren: Differentialinterferometrie, Mach-Zehnder-Interferometrie, Ölstrichverfahren<br>4<br>• Holographische Strömungsmessverfahren: Grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund, holographische Interferometrie, holographische Tomographie<br>5<br>• Pressure sensitive paint: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund<br>6<br>• Pressure sensitive paint: Anwendungen<br>7<br>• Laser Doppler Anemometrie: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund<br>8<br>• Laser Doppler Anemometrie: Einführung in die Lasertechnik, Photomultiplier, Strahloptik, Sende- und Empfangsoptik, Frequenzshift (Bragg-Zellen)<br>9<br>• Laser Doppler Anemometrie: Arbeitsverfahren (forward/backward scatter), Brechungsindexanpassung, Partikelgrößenbestimmung, zwei- und drei-Komponenten LDA-Systeme<br>10<br>• Laser Doppler Anemometrie: Anwendungen, Turbulenzmessung<br>11<br>• Particle-Image Velocimetry: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund<br>12<br>• Particle-Image Velocimetry: Einführung in die Lasertechnik, Kamertechnik, Tracer-Partikel, Lichtschnitt-Optik, Bildauswertung<br>13<br>• Particle-Image Velocimetry: Scanning PIV, stereoskopische PIV, holographische PIV<br>14<br>• Particle-Image Velocimetry: Anwendungen |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der verschiedenen in der Strömungstechnik verwendeten Messverfahren.<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert. |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     | <b>Benotung</b>                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Strömungsmechanik I, II<br>• Strömungsmessverfahren I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                     | Eine schriftliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                     |                |

| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN       |                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Titel                                                     | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Strömungsmessverfahren II [MSLRT-2328.a]          |                                 | 3  | 0   |
| Vorlesung/Übung Strömungsmessverfahren II [MSLRT-2328.bc] |                                 | 0  | 2   |

**Modul: Technik der Luftfahrtantriebe I [MSLRT-2330]**

| MODUL TITEL: Technik der Luftfahrtantriebe I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |              |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Häufigkeit               | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1     | 3            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | jedes 2. Semester        | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |              |         |
| <div>1</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Stationäres Betriebsverhalten der Fluggasturbine in Mehrwellenbauweise</li></ul> <div>2</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Aerothermodynamische Auslegung und Betriebsverhalten von ZTL-Triebwerken</li></ul> <div>3</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Konstruktive Ausführungen von Fan und Propfan</li></ul> <div>4</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Aerothermodynamische Auslegung von Turbomotoren und PTL-Triebwerken</li></ul> <div>5</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Aerodynamik des Propellers</li></ul> <div>6</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Auslegung von Fluggasturbinen für den Überschallflug, Gestaltung und Betriebsverhalten von Überschalleinlauf-diffusoren</li></ul> <div>7</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Nachverbrennung, Luftatmende Strahlantriebe für den Hyperschallflug</li></ul> |       |              | <div>Fachbezogen:</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Die Studierenden kennen die in der Luftfahrtantriebsindustrie verwendeten Techniken und Technologien in Bezug auf die Wertschöpfungskette der Triebwerksindustrie.</li></ul> <div>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</div> <ul style="list-style-type: none"><li>keine</li></ul> |                          |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                          |              |         |
| <div>Empfohlene Voraussetzungen:</div> <ul style="list-style-type: none"><li>Thermodynamik</li><li>Strömungsmechanik</li><li>Grundlagen der Turbomaschinen</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              | Eine schriftliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Prüfungs-dauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Technik der Luftfahrtantriebe I [MSLRT-2330.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          | 3            | 0       |
| Vorlesung Technik der Luftfahrtantriebe I [MSLRT-2330.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          | 0            | 2       |

**Modul: Strömungsfragen der Raumfahrt II [MSLRT-2334]**

| <b>MODUL TITEL: Strömungsfragen der Raumfahrt II</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1            | 3                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                       | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                     |                |
| 1<br>• Einführung in die Theorie der Hyperschallströmungen idealer Gase<br>2<br>• Fortsetzung der Theorie der Hyperschallströmungen idealer Gase<br>3<br>• Elementaranalyse der Geschwindigkeitsstörungen in Wandnähe<br>4<br>• Ähnlichkeitsgesetze für schlanke Körper in Hyperschallströmungen<br>5<br>• Analyse der Keil- und Kegelströmungen im Hyperschall<br>6<br>• Darstellung der Hyperschallströmung über stumpfe Körper: Das inverse Problem<br>7<br>• Darstellung der Hyperschallströmung über stumpfe Körper: Das direkte Problem anhand der Integralmethode I<br>8<br>• Darstellung der Hyperschallströmung über stumpfe Körper: Das direkte Problem anhand der Integralmethode II<br>9<br>• Einfluss der Reibung in der Hyperschallströmung: Grenzschichtbetrachtung<br>10<br>• Einfluss der Reibung in der Hyperschallströmung: Stoß-Grenzschicht-Wechselwirkung<br>11<br>• Einführung in die Hochtemperatureffekte beim Wiedereintritt: Reale Gase I<br>12<br>• Einführung in die Hochtemperatureffekte beim Wiedereintritt: Reale Gase II<br>13<br>• Einführung in die Messtechnik von Hyperschallströmungen: Messeinrichtungen<br>14<br>• Einführung in die Messtechnik von Hyperschallströmungen: Messverfahren |              |                     | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der hypersonischen Strömungen<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert. |                   |                     |                |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     | <b>Benotung</b>                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                     |                |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Strömungsmechanik I, II<br>• Gasdynamik<br>• Thermodynamik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                     | Eine mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                     |                |

| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN       |                                 |    |     |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| Titel                                                     | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Strömungsfragen der Raumfahrt II [MSLRT-2334.a]   |                                 | 3  | 0   |
| Vorlesung Strömungsfragen der Raumfahrt II [MSLRT-2334.b] |                                 | 0  | 2   |

**Modul: Drehflügler [MSLRT-2335]**

| <b>MODUL TITEL: Drehflügler</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | Deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                     |                |
| <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung der historischen Entwicklung der Drehflügler und</li> <li>Darstellung der dabei verfolgten unterschiedlichen Konzepte.</li> </ul> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Anordnungen der Rotoren und deren Antrieb. Z. B. Koaxialrotoren, Tandemanordnung, NOTAR, Blattspitzenantrieb, Flettnerrotoren.</li> </ul> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erklärung der Funktion von Haupt- und Heckrotor, der mechanischen Ansteuerung und der dazu notwendigen Mechanik, insbesondere der der Taumelscheibe.</li> </ul> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Strahltheorie, Herleitung der Gleichungen und Anwendung auf die Berechnung des Schwebeflugs, Rotorgütegrad und Leistungsbilanz beim Schwebeflug.</li> </ul> <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendung der Strahltheorie auf den Steig- und Sinkflug der Drehflügler.</li> <li>Berechnung der Steiggeschwindigkeit und des Leistungsbedarfs.</li> </ul> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendung der Strahltheorie auf den Vorwärtsflug. Leistungsbedarf abhängig von der Fluggeschwindigkeit mit den Anteilen:</li> <li>Leistung durch die Durchströmung des Hauptrotors (induzierte Leistung),</li> <li>Leistung durch den Zellenwiderstand (parasitäre Leistung) und Leistung durch die Rotorblätter (Profilwiderstand).</li> </ul> <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung der Ansätze für die Blattelementtheorie und Herleitung der Gleichungen.</li> </ul> <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendung der Blattelementtheorie auf den Schwebeflug. Berechnung der Verwindung der Hauptrotorblätter mit den beiden Spezialfällen:</li> <li>konstanter Abwind auf der gesamten Rotorfläche und konstanter Auftriebsbeiwert auf der gesamten Blattlänge.</li> </ul> <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung des Rotorgütegrads und Definition des idealen und des optimalen Rotors.</li> </ul> <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herleitung der Gleichungen für den Vorwärtsflug mit der Blattelementtheorie,</li> <li>Berechnung des Schubes und des Widerstandes am Rotorblattelement.</li> </ul> <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erklärung der unterschiedlichen Wirbelmodelle zur Ermittlung des induzierten Anstellwinkels des Hauptrotors als notwendigem Input für die Blattelementtheorie.</li> </ul> |              |                     | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, das System Drehflügler (Hubschrauber) zu überschauen und die gegenseitige Abhängigkeit der wesentlichen Parameter zu analysieren.</li> <li>Sie können konkrete Aussagen machen zur Funktionsweise und Ansteuerung des Haupt- und Heckrotors und haben Vor- und Nachteile unterschiedlicher Rotoranordnungen kennen gelernt.</li> <li>Sie sind in der Lage, die Aerodynamik und den Leistungsbedarf des Drehflüglers beim Schwebeflug, Steigflug und Vorwärtsflug zu berechnen.</li> <li>Die Studierenden können die Dynamik der Hauptrotorblätter (Schwenk-, Dreh- und Schlagbewegung) beschreiben.</li> <li>Sie können konkrete Aussagen machen zur Steuerung von Drehflüglern.</li> <li>Sie haben gelernt, die Voraussetzungen für die Flugstabilität von Drehflüglern zu beschreiben.</li> <li>Sie haben verstanden, auf welche Weise ein Drehflügler bei einem Triebwerks- oder Heckrotordefekt durch Autorotation gerettet werden kann.</li> <li>Die Studenten können die schnell fortschreitende Weiterentwicklung bei Hochtechnologie Produkten bezüglich der zunehmenden Komplexität bewerten.</li> </ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zum Entwurf von Drehflüglern zu analysieren (Methodenkompetenz).</li> </ul> |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|
| 12                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Beschreibung und Berechnung der Schlag- und Schwenkbewegung der Hauptrotorblätter beim Vorwärtsflug und Erklärung des Zusammenhangs dieser Bewegungen mit der zyklischen Blattverstellung (Taumelscheibe).</li></ul> |                                 |    |     |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Behandlung der Zusammenhänge bei der Flugsteuerung und Trimmung von Drehflüglern, Erklärung der Blattspitzenebene, der Kontrollachse, und der Rotorschafachse.</li></ul>                                             |                                 |    |     |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Erklärung der Nicksteuerung und der Nickbewegung der Drehflügler,</li><li>• Beschreibung des Zusammenhangs mit der statischen Stabilität.</li></ul>                                                                  |                                 |    |     |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 |    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Berechnung und Beschreibung der Rotordurchströmung bei der Autorotation, Grenzbereiche für den Einsatz der Autorotation zur Rettung des Drehflüglers bei Triebwerks- und/oder Heckrotorausfall.</li></ul>            |                                 |    |     |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                              | Benotung                        |    |     |
| Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"><li>• Strömungsmechanik</li></ul>                                                                                                                                                              | Eine mündliche Prüfung          |    |     |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                          |                                 |    |     |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                        | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP | SWS |
| Prüfung Drehflügler [MSLRT-2335.a]                                                                                                                                                                                                                           |                                 | 4  | 0   |
| Vorlesung Drehflügler [MSLRT-2335.b]                                                                                                                                                                                                                         |                                 | 0  | 2   |
| Übung Drehflügler [MSLRT-2335.c]                                                                                                                                                                                                                             |                                 | 0  | 1   |

**Modul: Methoden der Modellierung von Turbomaschinen [MSLRT-2336]**

| MODUL TITEL: Methoden der Modellierung von Turbomaschinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |              |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1     | 6            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | jedes 2. Semester       | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |              |         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlegende Diskretisierungsmethoden</li><li>• Erhaltungsgleichungen</li><li>• Räumliche Diskretisierung für zell-zentrierte Verfahren</li><li>• Zeitliche Diskretisierung</li><li>• Gleichungssystemlöser</li><li>• Turbulenzmodellierung</li><li>• Randbedingungen in Turbomaschinen</li><li>• Prinzipien der Netzgenerierung</li><li>• Limitationen und Probleme von CFD</li></ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden erlernen turbomaschinenspezifische Probleme der numerischen Strömungssimulation.</li><li>• Im zweiten Teil der Vorlesung werden die Studierenden über die Limitationen und unumgänglichen Fehler der Numerik unterrichtet</li></ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren</li><li>• Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.</li></ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Thermodynamik 1 &amp; 2</li><li>• Strömungsmechanik 1 &amp; 2</li><li>• Grundlagen der Turbomaschinen</li><li>• Turboverdichter und Pumpen (Auslegung von Turbomaschinen)</li></ul>                                                                                                                                                                 |       |              | Eine 120-minütige Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Klausur Methoden der Modellierung von Turbomaschinen [MSLRT-2336.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 120                     | 6            | 0       |
| Vorlesung Methoden der Modellierung von Turbomaschinen [MSLRT-2336.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         | 0            | 2       |
| Übung Methoden der Modellierung von Turbomaschinen [MSLRT-2336.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         | 0            | 2       |

**Modul: Grundlagen der Turbomaschinen [MSLRT-2337]**

| <b>MODUL TITEL: Grundlagen der Turbomaschinen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| <b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                     |                |
| <b>Fachsemester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Dauer</b> | <b>Kreditpunkte</b> | <b>SWS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Häufigkeit</b> | <b>Turnus Start</b> | <b>Sprache</b> |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1            | 4                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | jedes 2. Semester | WS 2011/2012        | deutsch        |
| <b>INHALTLICHE ANGABEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                     |                |
| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                     | <b>Lernziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                     |                |
| 1<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Energiequellen und ihre Bewertung</li> <li>Ziel der Energiewandlung</li> </ul> 2<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Systeme und Systemketten zur Energiewandlung, Maschinen</li> <li>Apparaturen und Geräte der Energiewandlungssysteme</li> </ul> 3<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Effektivität der Energiewandlungssysteme und Vergleich</li> <li>Arbeitsprinzip der Turbomaschinen als Energiewandler</li> </ul> 4<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Strömungsgesetze (Kontinuität des Massenstroms, Drallsatz, Gleichung von Euler, absolute und relative Strömung)</li> </ul> 5<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Ideale und reale Fluide</li> <li>Totaler und statischer Wirkungsgrad</li> <li>Polytroper und isentroper Wirkungsgrad</li> </ul> 6<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Verlustkoeffizienten</li> <li>Mechanische Verluste</li> </ul> 7<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Maschinen- und Anlagenwirkungsgrad</li> <li>Brennstoffausnutzungsgrad</li> </ul> 8<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Verknüpfung von Gitter, Stufe und Maschine</li> <li>Profilsystematik</li> </ul> 9<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Anordnung von Schaufeln im Gitter</li> <li>Zusammensetzung von Gittern zu Stufen</li> </ul> 10<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Stufenkenngößen</li> <li>Zusammenschaltung von Stufen</li> <li>Maschinengehäuse</li> </ul> 11<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Kenngößen der Maschinen und Typisierung</li> <li>Betriebsverhalten von Verdichtern und Turbinen</li> <li>Kennlinien und Kennfelder</li> </ul> 12<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Parallel- und Reihenschaltung von Maschinen</li> <li>Regelung und Regelungssysteme</li> </ul> 13<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Beispiele für Energiewandlungsanlagen (Thermische Anlagen, Turbostrahltriebwerk, Hydraulische Anlagen)</li> <li>Kostenbetrachtungen</li> </ul> 14<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Betriebseinflüsse (Verschmutzung, Erosion, Kondensation, Korrosion, dynamische und thermische Beanspruchung, Kavitation)</li> <li>Werkstoffverhalten</li> </ul> |              |                     | Fachbezogen:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind fähig, den Aufbau und die Wirkungsweise von Grundlagen der Turbomaschinen darzustellen.</li> <li>Sie sind in der Lage Energiewandlungsmaschinen bezüglich ihrer Einsatzzwecke zu klassifizieren und auszuwählen.</li> <li>Die Studierenden können die thermodynamischen Grundlagen auf die Energieumsetzung in Energiewandlungsmaschinen anwenden.</li> <li>Die Studierenden kennen Energiewandlungsanlagen und deren Prozesse.</li> <li>Sie sind in der Lage das Betriebsverhalten von Strömungsmaschinen zu beschreiben und die Betriebsgrenzen zu erkennen.</li> </ul> Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren.</li> <li>Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberstellen.</li> </ul> |                   |                     |                |

|                                                                                                                                                                                                                                 |                                          |           |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|------------|
| 15                                                                                                                                                                                                                              |                                          |           |            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Weitere Energiewandlungsanlagen (Windkraft-, Photovoltaikanlagen, Brennstoffzellen, Solarthermieranlagen)</li><li>• Auswirkungen von Energieumwandlungsanlagen auf die Umwelt</li></ul> |                                          |           |            |
| <b>Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                          | <b>Benotung</b>                          |           |            |
| Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) <ul style="list-style-type: none"><li>• Thermodynamik</li><li>• Strömungsmechanik</li></ul>                                                                                     | Eine 120-minütige Klausur                |           |            |
| <b>LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN &amp; ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN</b>                                                                                                                                                                  |                                          |           |            |
| <b>Titel</b>                                                                                                                                                                                                                    | <b>Prüfungs-<br/>dauer<br/>(Minuten)</b> | <b>CP</b> | <b>SWS</b> |
| Klausur Grundlagen der Turbomaschinen [MSLRT-2337.a]                                                                                                                                                                            | 120                                      | 4         | 0          |
| Vorlesung Grundlagen der Turbomaschinen [MSLRT-2337.b]                                                                                                                                                                          |                                          | 0         | 2          |
| Übung Grundlagen der Turbomaschinen [MSLRT-2337.c]                                                                                                                                                                              |                                          | 0         | 1          |

**Modul: Verdichter [MSLRT-2338]**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |              |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
| MODUL TITEL: Verdichter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |              |         |
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Häufigkeit                      | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1     | 6            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | jedes 2. Semester               | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |              |         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Thermo- und gasdynamische Grundlagen von sub- und transsonischen Verdichterströmungen</li><li>• Zwei- und dreidimensionale Durchströmung der verschiedenen Verdichterkomponenten</li><li>• Betriebsverhalten von einzelnen Verdichterstufen und mehrstufigen Maschinen</li><li>• Bauformen und konstruktive Konzepte von Verdichtern</li><li>• Grenzen der mechanischen Belastbarkeiten</li><li>• Überblick über die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von Verdichtern in der Industrie und im Transportsektor</li></ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Bauformen von Verdichtern und deren Anwendungsgebiete und Funktionsweise</li><li>• Die Studierenden sind in der Lage die verdichterspezifischen und bauartabhängigen Strömungsphänomene zu erkennen und zu bewerten</li><li>• Die Studierenden sind in der Lage strömungstechnische Auslegungsrechnungen für Verdichter durchzuführen</li><li>• Die Studierenden erlernen die grundsätzlichen konstruktiven Ausführungsmöglichkeiten von Verdichtern</li></ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren.</li><li>• Sie sind in der Lage geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen</li></ul> |                                 |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Thermodynamik 1 &amp; 2</li><li>• Strömungsmechanik 1 &amp; 2</li><li>• Grundlagen der Turbomaschinen</li><li>• Auslegung von Turbomaschinen</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              | Eine 120-minütige Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP           | SWS     |
| Klausur Verdichter [MSLRT-2338.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 120                             | 6            | 0       |
| Vorlesung Verdichter [MSLRT-2338.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 | 0            | 2       |
| Übung Verdichter [MSLRT-2338.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 | 0            | 2       |

**Modul: Strömungsmaschinenlabor [MSLRT-2339]**

| MODUL TITEL: Strömungsmaschinenlabor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |              |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Häufigkeit                      | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1     | 2            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | jedes 2. Semester               | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |              |         |
| 1<br>• Auslegung einer Turbomaschinenschaufel in Kleingruppen<br><br>2<br>• Anwendung von CFD-Berechnungsverfahren (Joukowski-Transformation, 2D Euler-Grenzschicht-Verfahren)<br><br>3<br>• Verwendung von CAD-Programmen für das Schaufeldesign<br><br>4<br>• Anwendung von Berechnungsverfahren zur statischen und dynamischen festigkeit der Turbomaschinenschaufel<br><br>5<br>• Erstellen von Budget- und Zeitplänen<br><br>6<br>• Test der Schaufel im Schaufelprüfstand<br><br>7<br>• Verwendung projektplanerischer Instrumente<br><br>8<br>• Durchführung von Reviews zur Ergebnispräsentation<br><br>9<br>• Erstellung eines Abschlussberichts |       |              | Fachbezogen:<br>• Die Studierenden haben einen Eindruck vom industriellen Arbeiten erhalten.<br>• Erfolgreiche Umsetzung der theoretischen Grundlagen aus der Vorlesung Strömungsmaschinen in die Praxis.<br>• Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig unter gegebenen Randbedingungen (Aerodynamik, Festikeit, Budget, etc.) und mit einfachen numerischen Berechnungsverfahren eine Turbomaschinenschaufel auszulegen.<br>• Sie kenne die eingesetzte Messtechnik des Schaufelprüfstands zur Überprüfung Ihres Schaufeldesigns.<br>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):<br>• Teamarbeit.<br>• Erfolgreiches Einsetzen von Projektplanungsinstrumenten.<br>• Die Studierenden sind in der Lage, Ihre Ergebnisse in einer Präsentation darzustellen. |                                 |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 |              |         |
| Empfohlene Voraussetzungen:<br>• Grundlagen der Turbomaschinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              | • Mündliche Prüfung<br>• Referat<br>• Anwesenheitspflicht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Prüfungs-<br>dauer<br>(Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung/Labor Strömungsmaschinenlabor [MSLRT-2339.ad]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 | 2            | 2       |
| Lernraum Strömungsmaschinenlabor [MSLRT-2339.z]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 | 0            | 0       |

## Modul: Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben I [MSLRT-2340]

| MODUL TITEL: Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1     | 6            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | jedes 2. Semester       | WS 2011/2012 | Deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |              |         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Hauptaufgabe der Auslegung von Maschinen und Komponenten</li><li>• Physikalische Grundlagen</li><li>• Übergang auf angepasste Koordinatensysteme - Tensorrechnung</li><li>• Erhaltungsgleichungen in Zylinderkoordinaten</li><li>• Vorauslegung auf Meridianebenen und Strömungsflächen</li><li>• Lösungsalgorithmen in drei Raumdimensionen</li><li>• Vernetzung der Geometrie</li><li>• Turbulenzmodellierung</li><li>• Transitionsmodellierung</li><li>• Industrielle Projekte</li></ul> |       |              | <p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden kennen die in der Luftfahrtantriebsindustrie verwendeten Techniken und Technologien in Bezug auf die Wertschöpfungskette der Triebwerksindustrie</li></ul> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden sollen in den Übungseinheiten die Fähigkeit entwickeln, Probleme eigenständig zu erkennen, zu formulieren und geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.</li></ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |              |         |
| <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Thermodynamik</li><li>• Strömungsmechanik</li><li>• Grundlagen der Turbomaschinen</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              | Eine mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben I [MSLRT-2340.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         | 6            | 0       |
| Vorlesung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben I [MSLRT-2340.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         | 0            | 2       |
| Übung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und Strahlantrieben I [MSLRT-2340.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         | 0            | 2       |

**Modul: Systemergonomie [MSLRT-2344]**

| MODUL TITEL: Systemergonomie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |              |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |              |         |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Häufigkeit              | Turnus Start | Sprache |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1     | 6            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | jedes 2. Semester       | WS 2012/2013 | deutsch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |              |         |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |              |         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Behandlung von Systemeigenschaften wie Performanz, Sicherheit, Akzeptanz und Robustheit bzw. Resilienz</li><li>Balancierte Gestaltung von Mensch-Maschine Systemen in den Phasen Analyse, Anforderungserstellung, Design incl. des Interaktions- und Interface-Designs, Implementierung incl. Rapid Prototyping und Anknüpfungspunkte zum Concurrent Engineering</li><li>Evaluierung und Überprüfung incl. der Gebrauchstauglichkeitsprüfung (Usability assessment)</li></ul> |       |              | <p>Fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Die Lehrveranstaltung Systemergonomie soll die menschengerechte Gestaltung soziotechnischer Produkte und Systeme auf der Grundlage der Ergonomie, der Systemwissenschaft und des Systems Engineering vermitteln.</li></ul> <p>Nicht fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Teamarbeit</li><li>Präsentieren von erarbeiteten Ergebnissen im wissenschaftlichen Kontext</li></ul> |                         |              |         |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |              |         |
| keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              | Die Endnote ergibt sich zu 75% aus der Note der mündlichen Prüfung und zu 25% aus der Note des Projekts. Die Projektnote setzt sich aus einer Ausarbeitung (ca. 4 Seiten pro Gruppenmitglied) und einem Projektvortrag zusammen.                                                                                                                                                                                                                                                |                         |              |         |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |              |         |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Prüfungsdauer (Minuten) | CP           | SWS     |
| Prüfung Systemergonomie [MSLRT-2344.a]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 20                      | 6            | 0       |
| Vorlesung Systemergonomie [MSLRT-2344.b]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         | 0            | 2       |
| Übung/Projekt Systemergonomie [MSLRT-2344.c]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         | 0            | 2       |

**Modul: Masterarbeit [MSLRT-9999]**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |              |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|
| MODUL TITEL: Masterarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |              |                       |
| ALLGEMEINE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |              |                       |
| Fachsemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Dauer | Kreditpunkte | SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Häufigkeit               | Turnus Start | Sprache               |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1     | 30           | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | jedes Semester           | SS 2012      | Deutsch oder Englisch |
| INHALTLICHE ANGABEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |              |                       |
| Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |              | Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |              |                       |
| <p>Die Masterarbeit besteht aus einer schriftlichen Arbeit der Kandidatin bzw. des Kandidaten. Sie soll zeigen, dass die Kandidatin bzw. der Kandidat in der Lage ist, ein Problem innerhalb einer vorgegebenen Frist nach wissenschaftlichen Methoden selbstständig zu bearbeiten.</p> <p>Im Rahmen des Kolloquiums werden die Ergebnisse präsentiert.</p> |       |              | <p>Die Studierenden können eigenständig wissenschaftliche Projekte bearbeiten. Dabei wenden sie Methoden des Selbst-, Zeit- und Projektmanagements an, um die vorgegebene Frist einzuhalten.</p> <p>Studierende sind in der Lage, wissenschaftliche Vorgehensweisen auf neue Fragestellungen anzuwenden. Sie können entsprechende Dokumentation dazu erstellen, sowie ihre Ergebnisse und Erkenntnisse anderen gegenüber kohärent präsentieren und verteidigen.</p> |                          |              |                       |
| Voraussetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              | Benotung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                          |              |                       |
| <p>Die Masterarbeit kann angemeldet werden, wenn</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>mindestens 45 Credit Points erreicht sind</b></li><li>- <b>alle Auflagen gemäß § 3 der Prüfungsordnung erbracht wurden (sofern Auflagen erteilt wurden)</b></li></ul>                                                                                       |       |              | <p>Das Modul Masterarbeit besteht aus einer schriftlichen Ausarbeitung und einem Kolloquium.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          |              |                       |
| LEHRFORMEN / VERANSTALTUNGEN & ZUGEHÖRIGE PRÜFUNGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |              |                       |
| Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Prüfungs-dauer (Minuten) | CP           | SWS                   |
| Masterarbeit und Kolloquium                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 30-60                    | 30           | 0                     |

## Anlage 2

## Studienverlaufsplan

## Übersicht über die Studienabschnitte und darin zu erbringende Credit Points

| Studienabschnitt                  | Credit Points |
|-----------------------------------|---------------|
| Übergreifender Pflichtbereich     | 22            |
| Pflichtbereich je nach Vertiefung | 21-22         |
| Wahlpflichtbereich                | 16-17         |
| Masterarbeit (22 Wochen)          | 30            |
|                                   | 90            |

## Übersicht über die in den Studienabschnitten zu belegenden / wählbaren Module

|                                                  | Modul                                                                    | Σ CP | V | Ü/L | Σ SWS | Sommer / Winter | FB |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------|---|-----|-------|-----------------|----|
| Übergreifender Pflichtbereich                    | Gasdynamik                                                               | 6    | 2 | 2   | 4     | s               | 4  |
|                                                  | Numerische Strömungsmechanik I                                           | 4    | 2 | 1   | 3     | s               | 4  |
|                                                  | Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt                                  | 6    | 2 | 2   | 4     | s               | 4  |
|                                                  | Systeme der Luft- und Raumfahrt                                          | 6    | 3 | 1   | 4     | w               | 4  |
| Pflichtbereich<br>Vertiefung I Luftfahrttechnik  | Aerodynamik II                                                           | 4    | 1 | 2   | 3     | w               | 4  |
|                                                  | Flugmechanisches Praktikum                                               | 2    | 0 | 1   | 1     | s               | 4  |
|                                                  | Flugregelung                                                             | 5    | 2 | 2   | 4     | w               | 4  |
|                                                  | Flugzeugbau II                                                           | 5    | 2 | 2   | 4     | s               | 4  |
|                                                  | Luftfahrtantriebe II                                                     | 5    | 2 | 2   | 4     | w               | 4  |
| Pflichtbereich<br>Vertiefung II Raumfahrttechnik | Raumfahrtantriebe I                                                      | 5    | 2 | 2   | 4     | s               | 4  |
|                                                  | Raumfahrzeugbau I                                                        | 5    | 2 | 2   | 4     | s               | 4  |
|                                                  | Raumfahrzeugbau II                                                       | 4    | 2 | 1   | 3     | w               | 4  |
|                                                  | Raumflugmechanik I                                                       | 4    | 2 | 1   | 3     | s               | 4  |
|                                                  | Raumflugmechanik II                                                      | 4    | 2 | 1   | 3     | w               | 4  |
| Wahlpflichtbereich<br>Luft- und Raumfahrt        | Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt                                   | 4    | 2 | 1   | 3     | w               | 4  |
|                                                  | Ähnlichkeitsprobleme des Maschinenbaus                                   | 5    | 2 | 2   | 4     | s               | 4  |
|                                                  | Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung                      | 4    | 2 | 1   | 3     | w               | 6  |
|                                                  | Anwendungen der Lasertechnik                                             | 6    | 2 | 2   | 4     | s               | 4  |
|                                                  | Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen                              | 4    | 2 | 1   | 3     | s               | 4  |
|                                                  | Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen                                | 4    | 2 | 1   | 3     | s               | 4  |
|                                                  | Auslegung von Turbomaschinen                                             | 5    | 2 | 2   | 4     | s               | 4  |
|                                                  | Drehflügler                                                              | 4    | 2 | 1   | 3     | w               | 4  |
|                                                  | Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken                          | 3    | 1 | 1   | 2     | w               | 4  |
|                                                  | Fahrzeug- und Windradaerodynamik                                         | 5    | 3 | 1   | 4     | s               | 4  |
|                                                  | Faserverbundstrukturen                                                   | 3    | 1 | 1   | 2     | s               | 4  |
|                                                  | Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme | 3    | 1 | 1   | 2     | w               | 4  |
|                                                  | Flug- und Reisemedizin                                                   | 4    | 2 | 1   | 3     | w               | 10 |
|                                                  | Flugführung                                                              | 5    | 2 | 2   | 4     | s               | 4  |
|                                                  | Flugzeuglärm                                                             | 4    | 2 | 1   | 3     | w               | 4  |
|                                                  | Gasdynamik realer Gase                                                   | 5    | 2 | 2   | 4     | w               | 4  |
|                                                  | Grundlagen der Turbomaschinen                                            | 4    | 2 | 1   | 3     | w               | 4  |

|                                                   |                                                                                          |   |   |   |   |   |    |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|----|
| <b>Wahlpflichtbereich<br/>Luft- und Raumfahrt</b> | Hyperschall-Aerothermodynamik                                                            | 3 | 1 | 1 | 2 | w | 4  |
|                                                   | Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design                                       | 4 | 2 | 1 | 3 | s | 4  |
|                                                   | Kurzzeitströmungsmesstechnik                                                             | 3 | 1 | 1 | 2 | s | 4  |
|                                                   | Lasermesstechnik                                                                         | 6 | 2 | 2 | 4 | s | 4  |
|                                                   | Methoden der Modellierung von Turbomaschinen                                             | 6 | 2 | 2 | 4 | w | 4  |
|                                                   | Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I  | 6 | 2 | 2 | 4 | w | 4  |
|                                                   | Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben II | 6 | 2 | 2 | 4 | s | 4  |
|                                                   | Numerische Strömungsmechanik II                                                          | 3 | 1 | 1 | 2 | w | 4  |
|                                                   | Raumfahrtantriebe II                                                                     | 5 | 2 | 2 | 4 | w | 4  |
|                                                   | Raumfahrtmedizin                                                                         | 4 | 2 | 1 | 3 | s | 10 |
|                                                   | Schutz v. Raumfahrzeugen gegen Mikrometeoriten u. Weltraumtrümmer                        | 3 | 1 | 1 | 2 | w | 4  |
|                                                   | Schwingungen im Leichtbau I                                                              | 4 | 2 | 1 | 3 | w | 4  |
|                                                   | Schwingungen im Leichtbau II                                                             | 4 | 2 | 1 | 3 | s | 4  |
|                                                   | Strömungsfragen der Raumfahrt I                                                          | 3 | 2 | 0 | 2 | s | 4  |
|                                                   | Strömungsfragen der Raumfahrt II                                                         | 3 | 2 | 0 | 2 | w | 4  |
|                                                   | Strömungsmaschinen                                                                       | 5 | 2 | 1 | 3 | s | 4  |
|                                                   | Strömungsmaschinenlabor                                                                  | 2 | 0 | 2 | 2 | w | 4  |
|                                                   | Strömungsmaschinenmesstechnik                                                            | 4 | 2 | 1 | 3 | s | 4  |
|                                                   | Strömungsmessverfahren I                                                                 | 3 | 2 | 0 | 2 | s | 4  |
|                                                   | Strömungsmessverfahren II                                                                | 3 | 1 | 1 | 2 | w | 4  |
|                                                   | Strömungs- und Temperaturgrenzschichten                                                  | 3 | 2 | 0 | 2 | s | 4  |
|                                                   | Supercomputing in Engineering                                                            | 6 | 2 | 2 | 4 | s | 4  |
|                                                   | Systemergonomie                                                                          | 6 | 2 | 2 | 4 | w | 4  |
|                                                   | Technik der Luftfahrtantriebe I                                                          | 3 | 2 | 0 | 2 | w | 4  |
|                                                   | Technik der Luftfahrtantriebe II                                                         | 3 | 2 | 0 | 4 | s | 4  |
|                                                   | Turbulente Strömungen                                                                    | 3 | 2 | 0 | 2 | w | 4  |
|                                                   | Verdichter                                                                               | 6 | 2 | 2 | 4 | w | 4  |
|                                                   | Wärme- und Stoffübertragung II                                                           | 5 | 2 | 1 | 3 | s | 4  |
| <b>Wahlpflichtbereich<br/>Luftfahrttechnik</b>    | Flughafenwesen I                                                                         | 3 | 2 | 1 | 3 | s | 3  |
|                                                   | Luftfahrtantriebe I                                                                      | 5 | 2 | 2 | 4 | s | 4  |
|                                                   | Raumfahrtantriebe I                                                                      | 5 | 2 | 2 | 4 | s | 4  |
|                                                   | Raumfahrzeugbau I                                                                        | 5 | 2 | 2 | 4 | s | 4  |
|                                                   | Raumfahrzeugbau II                                                                       | 4 | 2 | 1 | 3 | w | 4  |
|                                                   | Raumflugmechanik I                                                                       | 4 | 2 | 1 | 3 | s | 4  |
|                                                   | Raumflugmechanik II                                                                      | 4 | 2 | 1 | 3 | w | 4  |
| <b>Wahlpflichtbereich<br/>Raumfahrttechnik</b>    | Aerodynamik II                                                                           | 4 | 1 | 2 | 3 | w | 4  |
|                                                   | Flugmechanisches Praktikum                                                               | 2 | 0 | 1 | 1 | s | 4  |
|                                                   | Flugregelung                                                                             | 5 | 2 | 2 | 4 | w | 4  |
|                                                   | Flugzeugbau II                                                                           | 5 | 2 | 2 | 4 | s | 4  |
|                                                   | Luftfahrtantriebe I                                                                      | 5 | 2 | 2 | 4 | s | 4  |

## Anhang

## Glossar

### Abmeldung

Es besteht die Möglichkeit, sich von Prüfungen wieder abzumelden. Die einzelnen Möglichkeiten sind in der jeweiligen Prüfungsordnung geregelt.

### Akademische Grade

Nach einem erfolgreich abgeschlossenen Studium wird ein akademischer Grad verliehen.

Im Fall eines Masterstudiums wird der Grad eines „Master of Science RWTH Aachen University (M. Sc. RWTH)“ verliehen. Bei den Geisteswissenschaften wird der Mastergrad „Master of Arts RWTH Aachen University (M. A. RWTH)“ verliehen.

### Akkreditierung

Die Akkreditierung stellt ein besonderes Instrument zur Qualitätssicherung bzw. -kontrolle dar. Ihr Ziel ist, zur Sicherung von Qualität in Lehre und Studium durch die Festlegung von Mindeststandards beizutragen. Die Akkreditierung obliegt einer externen Instanz (Rat, Agentur, Kommission), die nach einem vorgegebenen Maßstab prüft und entscheidet, ob der Studiengang die betreffenden Anforderungen erfüllt.

### Anmeldung zu Prüfungen

Hierzu gelten die jeweils auf den Webseiten des ZPA aktualisierten Verfahren.

### Berufspraktische Tätigkeit

Einzelne Studiengänge sehen vor, dass die Studierenden berufspraktische Tätigkeiten (Praktikum) nachweisen müssen. Die Einzelheiten sind der entsprechenden Prüfungsordnung zu entnehmen. Es wird empfohlen sich rechtzeitig zu informieren, da teilweise Praktika vor Aufnahme des Studiums nachzuweisen sind.

### Beurlaubung

Bei Vorliegen eines wichtigen Grundes kann gemäß der Einschreibeordnung eine Beurlaubung gewährt werden. Der Antrag auf Beurlaubung ist während der Rückmeldefrist zu stellen. Auskünfte hierzu erteilt das Studierendensekretariat der RWTH.

### Blockveranstaltung

Unter einer Blockveranstaltung ist eine Veranstaltung zu verstehen, die sich nicht über ein ganzes Semester erstreckt, sondern konzentriert auf wenige Tage – z. B. eine Woche – stattfindet.

### CAMPUS Informationssystem

Das webbasierte Informationssystem der RWTH. Es umfasst neben weiteren Online-Services das Vorlesungsverzeichnis, die An- und Abmeldung von Veranstaltungen und Prüfungen, die Prüfungsordnungsbeschreibungen und das persönliche Studierendenportal mit individuellen Stundenplänen.

### Credit Points

Die in den einzelnen Modulen erbrachten Prüfungsleistungen werden bewertet und gehen mit Leistungspunkten (Credit Points – CP) gewichtet in die Gesamtnote ein. CP werden nicht nur nach dem Umfang der Lehrveranstaltung vergeben, sondern umfassen den durch ein Modul verursachten Zeitaufwand der Studierenden für Vorbereitung, Nacharbeit und Prüfungen. Ein CP entspricht dem geschätzten Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden. Ein Semester umfasst in der Regel 30 CP. Der Masterstudiengang umfasst daher insgesamt 120 CP.

## **Curriculum**

Das Wort Curriculum wird gelegentlich mit „Lehrplan“ oder „Lehrzeitvorgabe“ gleichgesetzt. Ein Lehrplan ist in der Regel auf die Aufzählung der Unterrichtsinhalte beschränkt. Das Curriculum orientiert sich mehr an Lehrzeiten und am Ablauf des Studiengangs.

## **Diploma Supplement**

Das Diploma Supplement (DS) ist ein Zusatzdokument, um erworbene Hochschulabschlüsse und die entsprechende Qualifikation zu beschreiben. Das DS erläutert das deutsche Hochschulsystem mit seinen Abschlussgraden sowie die verleihende Hochschule, v. a. aber die konkreten Studieninhalte des absolvierten Studiengangs. Das DS wird in englischer und deutscher Sprache ausgestellt und dem Zeugnis beigelegt. Das DS dient auch der Information der Arbeitgeber.

## **Leistungsnachweis**

Ein Leistungsnachweis ist die Bescheinigung über eine individuelle Studienleistung und damit eine Form der Prüfungsleistung. Ein Leistungsnachweis kann als Zulassungsvoraussetzung für weitere zu erbringende Leistungen definiert werden. Leistungsnachweise können z. B. in Form von Klausuren, mündlichen Prüfungen, Referaten, Studienarbeiten usw. erworben werden.

## **Modul**

Module bezeichnen einen Verbund von Lehrveranstaltungen, die sich einem bestimmten thematischen oder inhaltlichen Schwerpunkt widmen. Ein Modul ist damit eine inhaltlich und zeitlich abgeschlossene Lehr- und Lerneinheit, die sich aus verschiedenen Lehrveranstaltungen zusammensetzt.

## **Modulhandbuch**

Im Modulhandbuch sind die einzelnen Module hinsichtlich

- |                |                    |
|----------------|--------------------|
| • Fachsemester | • Inhalt           |
| • Dauer        | • Lernziele        |
| • SWS          | • Voraussetzungen  |
| • Häufigkeit   | • Benotung         |
| • Turnus       | • Prüfungsleistung |
| • Sprache      |                    |

beschrieben. Das Modulhandbuch ist insbesondere für die Studierenden zu erstellen und muss veröffentlicht werden.

## **Modulare Anmeldung**

Unter einer modularen Anmeldung wird die Anmeldung zu einer Veranstaltung (Lehrveranstaltung, Seminar, Prüfung usw.) für eine (Teil-)Leistung eines einzelnen Moduls verstanden. Modulare Anmeldungen werden über modulare Anmeldeverfahren des CAMPUS-Informationssystems (Modul-IT) durchgeführt.

## **Mündliche Ergänzungsprüfung**

Wenn man auch bei der zweiten Wiederholung einer Klausur durchfällt und die Note „nicht ausreichend“ (5,0) festgestellt wird, besteht die Möglichkeit der mündlichen Ergänzungsprüfung. Aufgrund dieser mündlichen Ergänzungsprüfung wird die Note „ausreichend“ (4,0) bzw. „nicht ausreichend“ (5,0) festgesetzt.

## **Multiple Choice**

Multiple Choice (Mehrfachauswahl) ist ein in Prüfungen verwendetes Format, bei dem zu einer Frage mehrere vorformulierte Antworten zur Auswahl stehen.

**Orientierungsphase**

Als Orientierungsphase werden die ersten fünf Wochen nach Beginn der Vorlesungen bezeichnet.

**Orientierungsabmeldung**

Innerhalb der ersten fünf Wochen ist die Abmeldung von einer Lehrveranstaltung möglich.

**Prüfungsausschuss**

Für die Organisation der Prüfungen bilden die Fakultäten entsprechende Prüfungsausschüsse. Die Einzelheiten sind in den Prüfungsordnungen geregelt.

**Prüfungsleistungen**

Unter Prüfungsleistungen versteht man sämtliche Leistungen, die im Rahmen des Studiums erbracht werden müssen. Dazu zählen der Besuch von Lehrveranstaltungen sowie Prüfungen in Form von Klausuren, mündlichen Prüfungen, Referaten, Hausarbeiten, Studienarbeiten, Kolloquien, Praktika, Entwürfe und die Abschlussarbeit.

**Pflichtbereich**

Der Pflichtbereich umfasst Lehrveranstaltungen, die fest vorgeschrieben sind und von allen Studierenden besucht werden müssen.

**Prüfungseinsicht**

Nach Bekanntgabe der Noten können die Studierenden Einsicht in die korrigierte Klausur bzw. schriftliche Prüfungsarbeit nehmen.

**Regelstudienzeit**

Die Regelstudienzeit bezeichnet die Studiendauer, in der ein berufsqualifizierender Abschluss erreicht werden kann. An der RWTH Aachen beträgt die Regelstudienzeit in einem Masterstudien-gang derzeit drei bzw. vier Semester.

**Semesterwochenstunde (SWS)**

Eine SWS entspricht einer 45-minütigen Lehrveranstaltung pro Woche während der gesamten Vorlesungszeit des Semesters. Die SWS beziehen sich auf die reine Dauer der Veranstaltungen.

**Semesterfixiert/Semestervariabel**

Eine Prüfungsleistung ist semesterfixiert, wenn sie zwingend in genau einem festgelegten Fachsemester des Studiums erbracht werden muss. Andernfalls ist eine Prüfungsleistung semestervariabel.

**Studienberatung**

Die Zentrale Studienberatung informiert allgemein über Studienmöglichkeiten an der RWTH Aachen und gibt Hilfestellungen bei Prüfungsvorbereitungen sowie Bewerbungsverfahren. Die Fachstudienberatung gibt detaillierte Auskünfte zu fachbezogenen Fragen.

**Studienbeginn**

In der Regel beginnt das Studium in einem Wintersemester. Es kann teilweise auch in einem Sommersemester aufgenommen werden.

**Teilnahmenachweis**

Ein Teilnahmenachweis bescheinigt die aktive Teilnahme an einer Lehrveranstaltung. Ein Teilnahmenachweis kann als Zulassungsvoraussetzung für weitere zu erbringende Leistungen definiert werden.

**Transcript of Records**

Das Transcript of Records (ToR) ist eine Abschrift der Studierendendaten, das eine detaillierte Übersicht über bestandene Module samt Lehrveranstaltung, Note und CP.

**Wahlveranstaltung**

Es kann ein Wahlbereich vorgesehen werden, der von den Studierenden nachgewiesen werden muss, aber frei gewählt werden kann.

**Wahlpflichtveranstaltung**

Wahlpflichtveranstaltungen sind aus einer vorgegebenen Aufstellung in einem bestimmten Umfang nachzuweisen.

**Zusatzmodul**

Zusatzmodule sind Module, die nicht im Studienplan vorgesehen sind, sondern von den Studierenden zusätzlich – auf freiwilliger Basis – belegt werden.