



# **Modulhandbuch**

Master of Science (M.Sc.)

# **Flugzeug-Systemtechnik**

Kohorte: Wintersemester 2019

Stand: 30. April 2020

---

---

# Inhaltsverzeichnis

---

---

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	3
Fachmodule der Kernqualifikation	5
Modul M0523: Betrieb & Management	5
Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master	7
Modul M0763: Flugzeugsysteme I	10
Modul M0771: Flugphysik	12
Modul M0812: Methoden des Flugzeugentwurfs	15
Modul M1155: Flugzeug-Kabinensysteme	19
Modul M0764: Flugzeugsysteme II	22
Modul M1156: Systems Engineering	24
Modul M1399: Systemtechnisches Entwicklungsprojekt	27
Modul M1404: Projektarbeit Flugzeug-Systemtechnik	29
Fachmodule der Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme	31
Modul M1213: Avionik sicherheitskritischer Systeme	31
Modul M0836: Communication Networks	35
Modul M0565: Mechatronische Systeme	38
Modul M0837: Simulation of Communication Networks	40
Modul M1043: Ausgewählte Themen der Flugzeug-Systemtechnik	42
Modul M0803: Embedded Systems	56
Modul M0832: Advanced Topics in Control	58
Modul M1091: Flugführung und Flugregelung	61
Modul M0791: Rechnerarchitektur	64
Fachmodule der Vertiefung Flugzeugsysteme	67
Modul M0846: Control Systems Theory and Design	67
Modul M0721: Klimaanlagen	71
Modul M0752: Nichtlineare Dynamik	73
Modul M0840: Optimal and Robust Control	75
Modul M1043: Ausgewählte Themen der Flugzeug-Systemtechnik	78
Modul M0565: Mechatronische Systeme	92
Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	94
Modul M0808: Finite Elements Methods	97
Modul M1091: Flugführung und Flugregelung	99
Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen	102
Modul M1204: Modellierung und Optimierung in der Dynamik	107
Modul M1213: Avionik sicherheitskritischer Systeme	110
Modul M0832: Advanced Topics in Control	113
Modul M0563: Robotics	116
Fachmodule der Vertiefung Kabinensysteme	118
Modul M1032: Flughafenplanung und Betrieb	118
Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen	121
Modul M1091: Flugführung und Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft	126
Modul M0805: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics )	129
Modul M1043: Ausgewählte Themen der Flugzeug-Systemtechnik	131
Modul M1343: Fibre-polymer-composites	145
Modul M0721: Klimaanlagen	148
Modul M1340: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit	150
Modul M0806: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)	154
Modul M1024: Methoden der integrierten Produktentwicklung	156
Modul M0633: Industrial Process Automation	159
Modul M1213: Avionik sicherheitskritischer Systeme	161
Fachmodule der Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf	164
Modul M1091: Flugführung und Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft	164
Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen	168
Modul M1043: Ausgewählte Themen der Flugzeug-Systemtechnik	173
Modul M1339: Entwurfsoptimierung und probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik	187
Modul M1343: Fibre-polymer-composites	189
Modul M1340: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit	192
Modul M1032: Flughafenplanung und Betrieb	196
Modul M1024: Methoden der integrierten Produktentwicklung	198
Modul M0808: Finite Elements Methods	201
Thesis	203
Modul M-002: Masterarbeit	203

---

---

## Studiengangsbeschreibung

---

---

### Inhalt

Der konsekutive Master-Studiengang „Flugzeug-Systemtechnik“ bereitet Absolventen auf vielfältige Berufsbilder in der Luftfahrtindustrie und angrenzenden Disziplinen vor. Das Studium vertieft die ingenieurwissenschaftliche, mathematische und naturwissenschaftliche Bachelor-Ausbildung und vermittelt Kompetenzen zum systematischen, wissenschaftlichen und eigenständigen Lösen von verantwortungsvollen Aufgaben in Industrie und Forschung.

Die Studierenden erwerben insbesondere Kenntnisse über den Umgang mit den Methoden der Systemtechnik, sowie den Einsatz moderner, rechnergestützte Verfahren für Systementwurf, -analyse und -bewertung. Hierzu zählen unter anderem Methoden wie das Model Based Systems Engineering oder Model Based / Virtual Testing. Hinzu kommen notwendige Kenntnisse aus der Luftfahrttechnik in den Bereichen Flugzeugsysteme, Kabinensysteme, Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf sowie Flugphysik und Werkstofftechnik.

Darüber hinaus erhalten die Studierenden Einblicke in aktuelle Forschungsthemen und -trends wie zum Beispiel aus den Bereichen Brennstoffzelle und elektrische Energieversorgung, Betätigungssysteme und Aktuatoren, Virtuelle Integration und Gesamtbewertung, Avionische Systeme und Software, hydraulischen Energieversorgung oder dem integrierten Flugzeugentwurf.

Die Studierenden spezialisieren sich in einer von drei Vertiefungen und erwerben die Fähigkeit an den Schnittstellen der verbundenen Teildisziplinen zu arbeiten. Je nach individuellen Schwerpunkten können die Studierenden ihr Studium aufgrund des umfangreichen Angebots an Wahlpflichtfächern sehr flexibel anpassen und persönlich ausrichten.

### Berufliche Perspektiven

Der konsekutive Master-Studiengang „Flugzeug-Systemtechnik “ bereitet Absolventen auf vielfältige Berufsbilder in der Luftfahrtindustrie und angrenzenden Disziplinen vor. Die Absolventen können aufgrund ihrer Spezialisierung auf eines der Themenfelder Flugzeug-Systemtechnik, Kabinensysteme oder Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf direkt in diesem arbeiten. Darüber hinaus besitzen sie vielfältiges Methoden- und Schnittstellenwissen, das sie zur disziplinübergreifenden Arbeit befähigt.

Die Absolventen können wissenschaftliche Tätigkeiten an Universitäten und Forschungsinstituten insbesondere mit dem Ziel der Promotion aufnehmen oder sich für den direkten Einstieg in die Industrie entscheiden. Hier können Sie Fachlaufbahnen einschlagen oder sich mit wachsender Berufserfahrung für anspruchsvolle Führungsaufgaben im technischen Bereich qualifizieren (z.B. Projekt-, Gruppen- oder Teamleiter, Entwicklungsleiter).

Neben dem klassischen Einstieg in der Luftfahrtindustrie erlaubt der systemtechnische Charakter des Studienganges auch den Einstieg in andere Industrien wie die Automobil- oder Windkraftindustrie.

### Lernziele

Die Absolventen können:

- Probleme wissenschaftlich analysieren und lösen, auch wenn sie unüblich oder unvollständig

definiert sind und konkurrierende Spezifikationen aufweisen;

- Komplexe Problemstellungen aus einem neuen oder im Entwicklung begriffenen Bereich ihrer Disziplin abstrahieren und formulieren;
- Innovative Methoden bei der grundlagenorientierten Problemlösung anwenden und neue wissenschaftliche Methoden entwickeln;
- Informationsbedarf erkennen, Informationen finden und beschaffen;
- Theoretische und experimentelle Untersuchungen planen und durchführen;
- Daten kritisch bewerten und daraus Schlüsse ziehen;
- Die Anwendung von neuen und aufkommenden Technologien untersuchen und bewerten.

Die Absolventen sind in der Lage:

- Konzepte und Lösungen zu grundlagenorientierten, zum Teil unüblichen Fragestellungen, ggf. unter Einbeziehung anderer Disziplinen, zu entwickeln;
- Neue Produkte, Prozesse und Methoden zu kreieren und zu entwickeln;
- Ihr ingenieurwissenschaftliches Urteilsvermögen anzuwenden, um mit komplexen, möglicherweise unvollständigen Informationen zu arbeiten, Widersprüche zu erkennen und mit ihnen umzugehen;
- Wissen aus verschiedenen Bereichen methodisch zu klassifizieren und systematisch zu kombinieren sowie mit Komplexität umzugehen;
- Sich systematisch und in kurzer Zeit in neue Aufgaben einzuarbeiten;
- Auch nicht-technische Auswirkungen der Ingenieurstätigkeit systematisch zu reflektieren und ihr Handeln verantwortungsbewusst einzubeziehen;
- Lösungen, die einer vertieften Methodenkompetenz bedürfen, zu erarbeiten;
- Einer wissenschaftlichen Tätigkeit mit dem Ziel der Promotion erfolgreich nachzugehen.

## **Studiengangsstruktur**

Der Studiengang ist modular gestaltet und orientiert sich an der universitätsweiten standardisierten Studiengangsstruktur mit einheitlichen Modulgrößen (Vielfachen von sechs Leistungspunkten (LP)). Er besteht aus einem 60 ECTS umfassenden Katalog von Kernqualifikationen, welche von allen Studierenden gemeinsam gehört werden und ein semesterübergreifendes Systemtechnisches Entwicklungsprojekt umfasst. Darüber hinaus erfolgt die Wahl von einer aus drei angebotenen Vertiefungsrichtungen zu je 30 ECTS, bestehend aus einem Pflichtmodul und einem Katalog aus Wahlpflichtmodulen. Abgeschlossen wird der Studiengang mit der Anfertigung einer Masterarbeit.

Sämtliche Pflichtmodule der Kernqualifikation und der Vertiefungsrichtungen werden in den ersten beiden Semestern des Studiums gehört. Das dritte Semester beinhaltet lediglich Wahlpflichtmodule, was den Studierenden somit die Planung eines Auslandsaufenthaltes in diesem Semester erleichtert.

## Fachmodule der Kernqualifikation

Im Rahmen der Kernqualifikation vertiefen die Studierenden ihr Wissen und ihre Fähigkeiten in weiterführenden, luftfahrttechnischen Fächern. Die Studierenden erlangen so neben fachlichem Wissen auch methodische Kompetenzen in den Bereichen Flugzeug-Systemtechnik, Kabinensysteme, Flugzeugvorentwurf, Flugphysik und Systems Engineering. Im Rahmen des Systemtechnischen Entwicklungsprojektes wenden die Studierenden ihre erworbenen Fähigkeiten in Teamarbeit auf eine praktische Fragestellung an.

### Modul M0523: Betrieb & Management

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Matthias Meyer
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Keine
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte betriebswirtschaftliche Spezialgebiete innerhalb der Betriebswirtschaftslehre zu verorten.</li> <li>• Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Theorien, Kategorien und Modelle erklären.</li> <li>• Die Studierenden können technisches und betriebswirtschaftliches Wissen miteinander in Beziehung setzen.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können für praktische Fragestellungen in betriebswirtschaftlichen Teilbereichen Entscheidungsvorschläge begründen.</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, in interdisziplinären Kleingruppen zu kommunizieren und gemeinsam Lösungen für komplexe Problemstellungen zu erarbeiten.</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, sich notwendiges Wissen durch Recherchen und Aufbereitungen von Material selbstständig zu erschließen.</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
<b>Leistungspunkte</b>	6

#### Lehrveranstaltungen

**Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem**

**separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.**

## Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master

<b>Modulverantwortlicher</b>	Dagmar Richter
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Keine
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

### Fachkompetenz

#### Die Nichttechnischen Angebote (NTA)

vermittelt die in Hinblick auf das Ausbildungsprofil der TUHH nötigen Kompetenzen, die ingenieurwissenschaftliche Fachlehre fördern aber nicht abschließend behandeln kann: Eigenverantwortlichkeit, Selbstführung, Zusammenarbeit und fachliche wie personale Leitungsbefähigung der zukünftigen Ingenieurinnen und Ingenieure. Er setzt diese Ausbildungsziele in seiner **Lehrarchitektur**, den **Lehr-Lern-Arrangements**, den **Lehrbereichen** und durch Lehrangebote um, in denen sich Studierende wahlweise für **spezifische Kompetenzen** und ein **Kompetenzniveau** auf Bachelor- oder Masterebene qualifizieren können. Die Lehrangebote sind jeweils in einem Modulkatalog Nichttechnische Ergänzungskurse zusammengefasst.

#### Die Lehrarchitektur

besteht aus einem studiengangübergreifenden Pflichtstudienangebot. Durch dieses zentral konzipierte Lehrangebot wird die Profilierung der TUHH Ausbildung auch im nichttechnischen Bereich gewährleistet.

Die Lernarchitektur erfordert und übt eigenverantwortliche Bildungsplanung in Hinblick auf den individuellen Kompetenzaufbau ein und stellt dazu Orientierungswissen zu thematischen Schwerpunkten von Veranstaltungen bereit.

Das über den gesamten Studienverlauf begleitend studierbare Angebot kann ggf. in ein-zwei Semestern studiert werden. Angesichts der bekannten, individuellen Anpassungsprobleme beim Übergang von Schule zu Hochschule in den ersten Semestern und um individuell geplante Auslandsemester zu fördern, wird jedoch von einer Studienfixierung in konkreten Fachsemestern abgesehen.

#### Die Lehr-Lern-Arrangements

sehen für Studierende - nach B.Sc. und M.Sc. getrennt - ein semester- und fachübergreifendes voneinander Lernen vor. Der Umgang mit Interdisziplinarität und einer Vielfalt von Lernständen in Veranstaltungen wird eingeübt - und in spezifischen Veranstaltungen gezielt gefördert.

#### Die Lehrbereiche

basieren auf Forschungsergebnissen aus den wissenschaftlichen Disziplinen Kulturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Kunst, Geschichtswissenschaften, Kommunikationswissenschaften, Migrationswissenschaften, Nachhaltigkeitsforschung und aus der *Wissen* Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften. Über alle Studiengänge hinweg besteht im Bachelorbereich zusätzlich ab Wintersemester 2014/15 das Angebot, gezielt Betriebswirtschaftliches und Gründungswissen aufzubauen. Das Lehrangebot wird durch soft skill und Fremdsprachkurse ergänzt. Hier werden insbesondere kommunikative Kompetenzen z.B. für Outgoing Engineers gezielt gefördert.

#### Das Kompetenzniveau

der Veranstaltungen in den Modulen der nichttechnischen Ergänzungskurse unterscheidet sich in Hinblick auf das zugrunde gelegte

Ausbildungsziel: Diese Unterschiede spiegeln sich in den verwendeten Praxisbeispielen, in den - auf unterschiedliche berufliche Anwendungskontexte verweisende - Inhalten und im für M.Sc. stärker wissenschaftlich-theoretischen Abstraktionsniveau. Die Soft skills für Bachelor- und für Masterabsolventinnen/ Absolventen unterscheidet sich an Hand der im Berufsleben unterschiedlichen Positionen im Team und bei der Anleitung von Gruppen.

**Fachkompetenz (Wissen)**

Die Studierenden können

- ausgewähltes Spezialgebiete des jeweiligen nichttechnischen Bereiches erläutern,
- in den im Lehrbereich vertretenen Disziplinen grundlegende Theorien, Kategorien, Begrifflichkeiten, Modelle, Konzepte oder künstlerischen Techniken skizzieren,
- diese fremden Fachdisziplinen systematisch auf die eigene Disziplin beziehen, d.h. sowohl abgrenzen als auch Anschlüsse benennen,
- in Grundzügen skizzieren, inwiefern wissenschaftliche Disziplinen, Paradigmen, Modelle, Instrumente, Verfahrensweisen und Repräsentationsformen der Fachwissenschaften einer individuellen und soziokulturellen Interpretation und Historizität unterliegen,
- können Gegenstandsangemessen in einer Fremdsprache kommunizieren (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).

Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen

- grundlegende und teils auch spezielle Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden.
- technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten Fachdisziplin befragen.
- einfache und teils auch fortgeschrittene Problemstellungen aus den behandelten Wissenschaftsdisziplinen erfolgreich bearbeiten,
- bei praktischen Fragestellungen in Kontexten, die den technischen Sach- und Fachbezug übersteigen, ihre Entscheidungen zu Organisations- und Anwendungsformen der Technik begründen.

*Fertigkeiten*

**Personale Kompetenzen**

Die Studierenden sind fähig ,

- in unterschiedlichem Ausmaß kooperativ zu lernen
- eigene Aufgabenstellungen in den o.g. Bereichen in adressatengerechter Weise in einer Partner- oder Gruppensituation zu präsentieren und zu analysieren,
- nichttechnische Fragestellungen einer Zuhörerschaft mit technischem Hintergrund verständlich darzustellen
- sich landessprachlich kompetent, kulturell angemessen und geschlechtersensibel auszudrücken (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist)

*Sozialkompetenz*

<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden sind in ausgewählten Bereichen in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die eigene Profession und Professionalität im Kontext der lebensweltlichen Anwendungsgebiete zu reflektieren,</li> <li>• sich selbst und die eigenen Lernprozesse zu organisieren,</li> <li>• Fragestellungen vor einem breiten Bildungshorizont zu reflektieren und verantwortlich zu entscheiden,</li> <li>• sich in Bezug auf ein nichttechnisches Sachthema mündlich oder schriftlich kompetent auszudrücken.</li> <li>• sich als unternehmerisches Subjekt zu organisieren, (sofern dies ein gewählter Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
<b>Leistungspunkte</b>	6

**Lehrveranstaltungen**

**Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.**

<b>Modul M0763: Flugzeugsysteme I</b>				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Flugzeugsysteme I (L0735)		Vorlesung	3	4
Flugzeugsysteme I (L0739)		Hörsaalübung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Frank Thielecke			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Hydraulik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul>			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können:			
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die wichtigsten Komponenten und Auslegungspunkte von hydraulischen und elektrischen Systemen und Hochauftriebssystemen beschreiben</li> <li>• einen Überblick über Wirkprinzipien von Klimaanlage geben</li> <li>• die Notwendigkeit von Hochauftriebssystemen sowie deren Funktionsweise und Wirkung erklären</li> <li>• die Schwierigkeiten bei der Auslegung von Versorgungssystemen von Flugzeugen richtig einschätzen</li> </ul>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydraulische und elektrische Versorgungssysteme an Bord von Flugzeugen auslegen</li> <li>• Hochauftriebssysteme von Flugzeugen auslegen</li> <li>• Thermodynamische Analyse von Klimaanlage durchführen</li> </ul>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können:			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemauslegungen in Gruppen durchführen und Ergebnisse diskutieren</li> </ul>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrinhalte eigenständig aufbereiten</li> </ul>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	Keine			
<b>Prüfung</b>	Klausur			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	165 Minuten			
<b>Zuordnung zu folgenden</b>	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht			

<b>Curricula</b>	Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht
------------------	---

<b>Lehrveranstaltung L0735: Flugzeugsysteme I</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydraulische Energiesysteme (Flüssigkeiten; Druckverluste in Ventilen und Rohrleitungen; Komponenten hydraulischer Systeme wie Pumpen, Ventile, etc.; Druck/Durchflusscharakteristika; Aktuatoren; Behälter; Leistungs- und Wärmebilanzen; Notenergie)</li> <li>• Elektrisches Energiesystem (Generatoren; Konstantdrehzahlgetriebe; DC und AC Konverter; elektrische Energieverteilung; Bus-Systeme; Überwachung; Lastanalyse)</li> <li>• Hochauftriebssysteme (Prinzipien; Ermittlung von Lasten und Systemantriebsleistungen; Prinzipien und Auslegung von Antriebs- und Stellsystemen; Sicherheitsforderungen und -einrichtungen)</li> <li>• Klimaanlage (Thermodynamische Analyse; Expansions- und Kompressions-Kältemaschinen; Kontrollmechanismen; Kabinendruck-Kontrollsysteme)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moir, Seabridge: Aircraft Systems</li> <li>• Green: Aircraft Hydraulic Systems</li> <li>• Torenbek: Synthesis of Subsonic Airplane Design</li> <li>• SAE1991: ARP; Air Conditioning Systems for Subsonic Airplanes</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0739: Flugzeugsysteme I</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0771: Flugphysik			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Aerodynamik und Flugmechanik I (L0727)	Vorlesung	3	3
Flugmechanik II (L0730)	Vorlesung	2	2
Flugmechanik II (L0731)	Hörsaalübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Frank Thielecke		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Luftfahrttechnik</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Fundamentalgleichungen der Aerodynamik für kompressible, inkompressible und reibungsbehaftete Strömungen beschreiben</li> <li>• Wirkprinzipien von Flügelprofilen und Tragflächen erläutern</li> <li>• Die Bewegungsgleichungen des Flugzeugs erklären</li> <li>• Die Flugleistung sowie Stabilität des Flugzeugs einschätzen</li> <li>• Die Dynamik der Längs- und Seitenbewegung beschreiben</li> <li>• Methoden der Flugsimulation und Flugmesstechnik erläutern</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flugmechanische Simulationen durchführen</li> <li>• Flugmechanische Zusammenhänge aus virtuellen wie realen Flugversuchsdaten herleiten</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationen in Gruppen durchführen und Ergebnisse diskutieren</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrinhalte eigenständig aufbereiten</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten im WS + 90 Minuten im SS		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtssysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik:		

	Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
--	--

<b>Lehrveranstaltung L0727: Aerodynamik und Flugmechanik I</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke, Dr. Ralf Heinrich, Mike Montel
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerodynamik (Fundamentalgleichungen; kompressible und inkompressible Strömungen; Flügelprofile und Tragflächen; Reibungsbehaftete Strömungen)</li> <li>• Flugmechanik (Bewegungsgleichungen; Flugleistung; Steuerflächen, Beiwerte; Längsstabilität und Steuerung; Trimmzustände; Flugmanöver)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlichting, H.; Truckenbrodt, E.: Aerodynamik des Flugzeuges I und II</li> <li>• Etkin, B.: Dynamics of Atmospheric Flight</li> <li>• Sachs/Hafer: Flugmechanik</li> <li>• Brockhaus: Flugregelung</li> <li>• J.D. Anderson: Introduction to flight</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0730: Flugmechanik II</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke, Mike Montel
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik der Längsbewegung</li> <li>• stationärer unsymmetrischer Flug</li> <li>• Flugmanöver der Seitenbewegung</li> <li>• Dynamik der Seitenbewegung</li> <li>• Methoden der Flugsimulation</li> <li>• Experimentelle Methoden der Flugmechanik</li> <li>• Modellvalidierung mit Parameteridentifikation</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlichting, H.; Truckenbrodt, E.: Aerodynamik des Flugzeuges I und II</li> <li>• Etkin, B.: Dynamics of Atmospheric Flight</li> <li>• Sachs/Hafer: Flugmechanik</li> <li>• Brockhaus: Flugregelung</li> <li>• J.D. Anderson: Introduction to flight</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0731: Flugmechanik II</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke, Mike Montel
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Modul M0812: Methoden des Flugzeugentwurfs</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Methoden des Flugzeugentwurfs I (L0820)	Vorlesung	2	2
Methoden des Flugzeugentwurfs I (L0834)	Hörsaalübung	1	1
Methoden des Flugzeugentwurfs II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV)) (L0844)	Vorlesung	2	2
Methoden des Flugzeugentwurfs II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV)) (L0847)	Hörsaalübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Volker Gollnick		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Mech. Eng.</li> <li>• Vordiplom Maschinenbau</li> <li>• Modul Luftfahrtssysteme</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlegendes Verständnis der Vorgehensweise für den ganzheitlichen Flugzeugentwurf</li> <li>2. Verständnis der Wechselwirkungen und Beiträge der verschiedenen Disziplinen</li> <li>3. Einfluß der relevanten Entwurfparameter auf die Auslegung des Flugzeugs</li> <li>4. Kennenlernen der grundlegenden Berechnungsmethoden</li> </ol>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Verstehen und Anwenden von Auslegungsmethoden und Berechnungsverfahren Verstehen interdisziplinärer und integrativer Wechselwirkungen		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Arbeiten in interdisziplinären Teams Kommunikation		
<i>Selbstständigkeit</i>	Organisation von Arbeitsabläufen und -strategien		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtssysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

<b>Lehrveranstaltung L0820: Methoden des Flugzeugentwurfs I</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Einführung in den Flugzeugentwurfsprozeß</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung/Ablauf der Flugzeugentwicklung/Verschiedene Flugzeugkonfigurationen</li> <li>2. Anforderungen und Auslegungsziele, wesentliche Auslegungsparameter (u.a. Nutzlast-Reichweiten-Diagramm)</li> <li>3. Statistische Methoden im Gesamtentwurf/Datenbankmethoden</li> <li>4. Grundlagen der Flugleistungsauslegung (Gleichgewicht, Stabilität, V-n-Diagramm)</li> <li>5. Grundlagen des aerodynamischen Entwurfs (Polare, Geometrie, 2D/3DAerodynamik)</li> <li>6. Grundlagen der Strukturauslegung (Massenberechnung, Balken/Röhren-Modelle, Geometrien)</li> <li>7. Grundlagen der Triebwerksdimensionierung und -integration</li> <li>8. Auslegung des Reiseflugs</li> <li>9. Auslegung Start u. Landung (Streckenberechnung)</li> <li>10. Kabinenauslegung (Rumpfdimensionierung, Ausstattung, Ladesysteme)</li> <li>11. System-/Ausrüstungsaspekte</li> <li>12. Variationen im Entwurf</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<p>J. Roskam: "Airplane Design"</p> <p>D.P. Raymer: "Aircraft Design - A Conceptual Approach"</p> <p>J.P. Fielding: "Introduction to Aircraft Design"</p> <p>Jenkinson, Simpkon, Rhods: "Civil Jet Aircraft Design"</p>

<b>Lehrveranstaltung L0834: Methoden des Flugzeugentwurfs I</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Grundlagen zur Anwendung von MatLab erlernen.</p> <p>Erlernen und Anwenden der Methoden zur Vorauslegung und Bewertung von Verkehrsflugzeugen:</p> <p>Rumpf und Kabinen auslegen</p> <p>Flugzeugmassen ermitteln</p> <p>Flügel aerodynamisch auslegen und Geometrie festlegen</p> <p>Start-, Lande-, Streckenflugeleistungen ermitteln</p> <p>Manöver- und Böenlasten ermitteln</p>
<b>Literatur</b>	<p>J. Roskam: "Airplane Design"</p> <p>D.P. Raymer: "Aircraft Design - A Conceptual Approach"</p> <p>J.P. Fielding: "Introduction to Aircraft Design"</p> <p>Jenkinson, Simpkin, Rhoads: "Civil Jet Aircraft Design"</p>

<b>Lehrveranstaltung L0844: Methoden des Flugzeugentwurfs II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV)</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Dr. Bernd Liebhardt
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Start- und Landung von Flugzeugen Lasten am Flugzeug Betriebskosten und Flugzeugentwurf Grundlagen für den Entwurf von Drehflüglern Grundlagen für die Auslegung von Hochleistungsflugzeugen Grundlagen für die Auslegung von Sonderflugzeugen Grundlagen für die Auslegung von unbemannten Flugsystemen
<b>Literatur</b>	Gareth Padfield: Helicopter Flight Dynamics Raymond Prouty: Helicopter Performance Stability and Control Klaus Hünecke: Das Kampfflugzeug von Heute

<b>Lehrveranstaltung L0847: Methoden des Flugzeugentwurfs II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV)</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Dr. Bernd Liebhardt
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1155: Flugzeug-Kabinensysteme				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Flugzeug-Kabinensysteme (L1545)		Vorlesung	3	4
Flugzeug-Kabinensysteme (L1546)		Hörsaalübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Ralf God			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul>			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Betriebsabläufe in der Flugzeugkabine, deren Ausrüstung und Systeme beschreiben</li> <li>• die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an Kabinensysteme erläutern</li> <li>• die Notwendigkeit der Kabinenbetriebs- und Notfallsysteme erklären</li> <li>• die Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion in der Kabine einschätzen</li> </ul>			
<i>Wissen</i>				
<b>Fertigkeiten</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Kabinenlayout für ein vorgegebenes Geschäftsmodell einer Fluggesellschaft erstellen</li> <li>• Kabinensysteme für den sicheren Kabinenbetrieb auslegen</li> <li>• Notfallsysteme für eine zuverlässige Mensch-Systeminteraktion gestalten</li> <li>• Lösungen für Komfortanforderungen und Unterhaltungssysteme in der Kabine entwerfen</li> </ul>			
<i>Fertigkeiten</i>				
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestehende Systemlösungen nachvollziehen und eigene Ideen mit Experten diskutieren</li> </ul>			
<i>Sozialkompetenz</i>				
<b>Selbstständigkeit</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsinhalte und Expertenvorträge eigenständig reflektieren</li> </ul>			
<i>Selbstständigkeit</i>				
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	Keine			
<b>Prüfung</b>	Klausur			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten			
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtssysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion:			

	Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
--	---

**Lehrveranstaltung L1545: Flugzeug-Kabinensysteme**

<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Flugzeug-Kabinensystemen und zu Betriebsabläufen in der Kabine. Es soll ein grundlegendes Verständnis für den systemtechnischen Aufwand zur Aufrechterhaltung eines bei Reiseflughöhe künstlichen, aber angenehmen und sicheren Arbeits- und Aufenthaltsraumes erreicht werden. Weiterhin sollen Kenntnisse zum Betrieb und zur Wartung des Arbeitssystems Kabine erworben werden.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt einen umfassenden Überblick über aktuelle Kabinentechnik und Kabinensysteme in modernen Verkehrsflugzeugen. Die Erfüllung von Anforderungen an das zentrale Arbeitssystem Kabine werden anhand der Themengebiete Komfort, Ergonomie, Faktor Mensch, Betriebsprozesse, Wartung und Energieversorgung behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffe in der Kabine</li> <li>• Ergonomie und Human Factors</li> <li>• Kabinen-Innenausstattung und nicht-elektrische Systeme</li> <li>• Kabinenelektrik und Beleuchtung</li> <li>• Kabinenelektronik, Kommunikations-, Informations- und Unterhaltungssysteme</li> <li>• Kabinen- und Passagierprozesse</li> <li>• RFID-Kennzeichnung von Flugzeugbauteilen</li> <li>• Energiequellen und Energiewandlung für den Betrieb</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Jenkinson, L.R., Simpkin, P., Rhodes, D.: Civil Jet Aircraft Design. London: Arnold, 1999</li> <li>- Rossow, C.-C., Wolf, K., Horst, P. (Hrsg.): Handbuch der Luftfahrzeugtechnik. Carl Hanser Verlag, 2014</li> <li>- Moir, I., Seabridge, A.: Aircraft Systems: Mechanical, Electrical and Avionics Subsystems Integration, Wiley 2008</li> <li>- Davies, M.: The standard handbook for aeronautical and astronautical engineers. McGraw-Hill, 2003</li> <li>- Kompendium der Flugmedizin. Verbesserte und ergänzte Neuauflage, Nachdruck April 2006. Fürstenfeldbruck, 2006</li> <li>- Campbell, F.C.: Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials. Elsevier Ltd., 2006</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1546: Flugzeug-Kabinensysteme</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0764: Flugzeugsysteme II				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>	
Flugzeugsysteme II (L0736)	Vorlesung	3	4	
Flugzeugsysteme II (L0740)	Hörsaalübung	2	2	
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Frank Thielecke			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Hydraulik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul>			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• den generellen Aufbau der primären Flugsteuerung sowie von Aktuator-, Avionik-, Kraftstoff- und Fahrwerksystemen von Flugzeugen inklusive deren spezifischen Eigenschaften und Anwendungsfelder beschreiben,</li> <li>• unterschiedlicher Konfigurationen erläutern,</li> <li>• entsprechende Ausgestaltungen erklären.</li> <li>• atmosphärische Vereisungsbedingungen und Wirkprinzipien von Enteisungssystemen erläutern.</li> </ul>			
<i>Wissen</i>				
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuatorsysteme der primären Flugsteuerung auslegen</li> <li>• einen Reglerentwurfsprozess für Aktuatoren der Flugsteuerung durchführen</li> <li>• Hochauftriebskinematiken entwerfen</li> <li>• Berechnung und Analyse von Fahrwerkskomponenten</li> <li>• Enteisungssysteme nach SAE Standardverfahren auslegen</li> </ul>			
<i>Fertigkeiten</i>				
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• In gemischten Teams gemeinschaftlich Lösungen erarbeiten</li> </ul>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständig aus komplexen Fragestellungen Anforderungen an Flugzeugsysteme ableiten und entsprechende, vereinfachte Entwurfsprozesse einleiten und durchführen</li> </ul>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	Keine			
<b>Prüfung</b>	Klausur			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	165 Minuten			
	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen:	Vertiefung	II.

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht
---	--

<b>Lehrveranstaltung L0736: Flugzeugsysteme II</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuatorik (Grundkonzepte von Aktuatoren; elektro-mechanische Aktuatoren; Modellierung, Analyse und Auslegung von Positionsregelsystemen; hydromotorische Stellsysteme)</li> <li>• Flugsteuerungssysteme (Steuerflächen, Scharniermomente; Stabilitäts- und Steuerbarkeitsanforderungen, Stellkräfte; reversible und irreversible Flugsteuerung; Servo-Stellsysteme)</li> <li>• Fahrwerkssysteme (Konfigurationen und Geometrien; Analyse von Fahrwerkssystemen mit Hinblick auf Stoßdämpferdynamiken, Dynamik des abbremsenden Flugzeuges und Leistungsbedarf; Aufbau und Analyse von Bremssystemen im Hinblick auf Energie und Wärme; ABS)</li> <li>• Kraftstoffsysteme (Architekturen; Flugkraftstoffe; Systemkomponenten; Betankungsanlage; Tankinertisierung; Kraftstoffmanagement; Trimmtank)</li> <li>• Enteisungssysteme (Atmosphärische Vereisungsbedingungen; physikalische Prinzipien von Enteisungssystemen)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moir, Seabridge: Aircraft Systems</li> <li>• Torenbek: Synthesis of Subsonic Airplane Design</li> <li>• Curry: Aircraft Landing Gear Design: Principles and Practices</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0740: Flugzeugsysteme II</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1156: Systems Engineering				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Systems Engineering (L1547)		Vorlesung	3	4
Systems Engineering (L1548)		Hörsaalübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Ralf God			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul> Vorkenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flugzeug-Kabinensysteme</li> </ul>			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgehensmodelle, Methoden und Werkzeuge für das Systems Engineering zur Entwicklung komplexer Systeme verstehen</li> <li>• Innovationsprozesse und die Notwendigkeit des Technologiemanagements beschreiben</li> <li>• den Flugzeug-Entwicklungsprozess und den Vorgang der Musterzulassung bei Flugzeugen erläutern</li> <li>• den System-Entwicklungsprozess inklusive der Anforderungen an die Zuverlässigkeit von Systemen erklären</li> <li>• die Umgebungs- und Einsatzbedingungen von Luftfahrtausrüstung mit den entsprechenden Testanforderungen benennen</li> <li>• die Methodik des Requirements-Based Engineering (RBE) und des Model-Based Requirements Engineering (MBRE) einschätzen</li> </ul>			
<i>Wissen</i>				
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Vorgehen zur Entwicklung eines komplexen Systems planen</li> <li>• die Entwicklungsphasen und Entwicklungsaufgaben organisieren</li> <li>• erforderliche Geschäfts- und Technikprozesse zuordnen</li> <li>• Werkzeuge und Methoden des Systems Engineering anwenden</li> </ul>			
<i>Fertigkeiten</i>				
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ihre Aufgaben innerhalb eines Entwicklungsteams verstehen und sich mit ihrer Rolle in den Gesamtprozess einordnen</li> </ul>			
<i>Sozialkompetenz</i>				
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• in einem Entwicklungsteam mit Aufgabenteilung interagieren und kommunizieren</li> </ul>			
<i>Selbstständigkeit</i>				
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	Keine			
<b>Prüfung</b>	Klausur			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten			
	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung	Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht	II.

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L1547: Systems Engineering</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist die Schaffung von Voraussetzungen für die Entwicklung und Integration von komplexen Systemen am Beispiel von Verkehrsflugzeugen und Kabinensystemen. Es soll Prozess-, Werkzeug- und Methodenkompetenz erreicht werden. Vorschriften, Richtlinien und Zulassungsaspekte sollen bekannt sein.</p> <p>Schwerpunkte der Vorlesung bilden die Prozesse beim Innovations- und Technologiemanagement, der Systementwicklung, Systemintegration und der Zulassung sowie Werkzeuge und Methoden für das Systems Engineering:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovationsprozesse</li> <li>• IP-Schutz</li> <li>• Technologiemanagement</li> <li>• Systems Engineering</li> <li>• Flugzeug-Entwicklungsprozess</li> <li>• Themen der Zulassung</li> <li>• System-Entwicklungsprozess</li> <li>• Sicherheitsziele und Fehlertoleranz</li> <li>• Umgebungs- und Einsatzbedingungen</li> <li>• Werkzeuge und Methoden für das Systems Engineering</li> <li>• Requirements-Based Engineering (RBE)</li> <li>• Model-Based Requirements Engineering (MBRE)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- diverse Normen und Richtlinien (EASA, FAA, RTCA, SAE)</li> <li>- Hauschildt, J., Salomo, S.: Innovationsmanagement. Vahlen, 5. Auflage, 2010</li> <li>- NASA Systems Engineering Handbook, National Aeronautics and Space Administration, 2007</li> <li>- Hinsch, M.: Industrielles Luftfahrtmanagement: Technik und Organisation luftfahrttechnischer Betriebe. Springer, 2010</li> <li>- De Florio, P.: Airworthiness: An Introduction to Aircraft Certification. Elsevier Ltd., 2010</li> <li>- Pohl, K.: Requirements Engineering. Grundlagen, Prinzipien, Techniken. 2. korrigierte Auflage, dpunkt.Verlag, 2008</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1548: Systems Engineering</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1399: Systemtechnisches Entwicklungsprojekt			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Systemtechnisches Entwicklungsprojekt I+II (Blockveranstaltung) (L1993)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	12	12
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Frank Thielecke		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die einzelnen Phasen eines Systementwicklungsprozesses benennen und erläutern (V-Prozess)</li> <li>• Werkzeuge der Systementwicklung beschreiben</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können... <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen für ein zu entwickelndes System definieren</li> <li>• Den Projektverlauf mit Hilfe geeigneter Werkzeuge dokumentieren und evaluieren</li> <li>• Ein System entwerfen</li> <li>• Systemtest planen, durchführen und auswerten</li> </ul>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können... <ul style="list-style-type: none"> <li>• In kleinen Gruppen gemeinsam eine vollständige Systementwicklung durchführen</li> <li>• In kleinen Gruppen technische Lösungen erarbeiten, diskutieren und aufbereiten sowie diese einem größeren Plenum präsentieren</li> <li>• Teamsitzungen und Gruppenarbeitsprozesse anleiten</li> </ul>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können... <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sich selbständig Aufgaben definieren und zur Lösung erforderliches Wissen erschließen</li> <li>• geeignete Methoden zur Problemlösung auswählen</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 192, Präsenzstudium 168		
<b>Leistungspunkte</b>	12		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Schriftliche Ausarbeitung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	ca. 60 - 200 Seiten		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

<b>Lehrveranstaltung L1993: Systemtechnisches Entwicklungsprojekt I+II (Blockveranstaltung)</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	12
<b>LP</b>	12
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 192, Präsenzstudium 168
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
<b>Literatur</b>	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben .

<b>Modul M1404: Projektarbeit Flugzeug-Systemtechnik</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
<b>Modulverantwortlicher</b>	Dozenten des SD M		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Maschinenbau</li> <li>• Flugzeugsysteme I+II</li> <li>• Kabinensysteme</li> <li>• Flugzeugentwurf</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Die Studierenden können ihre Detailkenntnisse im Gebiet der Flugzeugsystemtechnik demonstrieren. Sie können zum Stand von Entwicklung und Anwendung Beispiele geben und diese kritisch unter Berücksichtigung aktueller Probleme und Rahmenbedingungen in Wissenschaft und Gesellschaft diskutieren.</p>		
<i>Wissen</i>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, für eine grundlagenorientierte, praktische Fragestellung aus dem Bereich der Flugzeugsystemtechnik eigenständig eine Lösungsstrategie zu definieren und einzelne Lösungsansätze zu skizzieren. Dabei können sie theorieorientiert vorgehen und aktuelle sicherheitstechnische, ökologische, ethische und wirtschaftliche Gesichtspunkte nach dem Stand der Wissenschaft und zugehöriger gesellschaftlicher Diskussionen einbeziehen.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben, können sie detailliert darlegen und kritisch erörtern.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, zur Projektbearbeitung selbständig Methoden auszuwählen und diese Auswahl zu begründen. Sie können darlegen, wie sie die Methoden auf das spezifische Anwendungsfeld beziehen und hierfür an den Anwendungskontext anpassen. Über das Projekt hinaus weisende Ergebnisse sowie Weiterentwicklungen können sie in Grundzügen skizzieren.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können die Relevanz und den Zuschnitt ihrer Projektaufgabe, die Arbeitsschritte und Teilprobleme für die Diskussion und Erörterung in größeren Gruppen aufbereiten, die Diskussionen anleiten und Kolleginnen und Kollegen Rückmeldung zu ihren Projekten geben.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden sind fähig, die zur Bearbeitung der Projektarbeit notwendigen Arbeitsschritte und Abläufe selbständig unter Berücksichtigung vorgegebener Fristen zu planen und zu dokumentieren. Hierzu gehört, dass sie sich aktuelle wissenschaftliche Informationen zielorientiert beschaffen können. Ferner sind sie in der Lage, bei Fachexperten Rückmeldungen zum Arbeitsfortschritt einzuholen, um hochwertige, auf den Stand von Wissenschaft und Technik bezogene Arbeitsergebnisse zu erreichen.</p>		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0		
<b>Leistungspunkte</b>	12		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Studienarbeit		

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	ca. 60 - 150 Seiten
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht

## Fachmodule der Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme

### Modul M1213: Avionik sicherheitskritischer Systeme

#### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1640)	Vorlesung	2	3
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1641)	Gruppenübung	1	1
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1652)	Laborpraktikum	1	2

**Modulverantwortlicher** Dr. Martin Halle

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse** Grundlegende Kenntnisse in:

- Mathematik
- Elektrotechnik
- Informatik

**Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wichtigsten Komponenten und Konzepte sicherheitskritischer Avionik beschreiben</li> <li>• die Prozesse und Standards der sicherheitskritischen Softwareentwicklung benennen</li> <li>• das Prinzip der Integrierten Modularen Avionik darstellen</li> <li>• Avionik-relevante Hardware und Bussysteme vergleichen</li> <li>• die Schwierigkeiten bei der Entwicklung eines sicherheitskritischen Avioniksystems richtig einschätzen</li> </ul>
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Echtzeithardware und -simulationen bedienen</li> <li>• A653-Applikationen programmieren</li> <li>• Avionikarchitekturen im begrenzten Maße planen</li> <li>• Testskripte entwickeln und Testergebnisse beurteilen</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• in gemischten Teams gemeinschaftlich Lösungen erarbeiten</li> <li>• sich formal mit andern Teams austauschen</li> <li>• Entwicklungsergebnisse geeignet vorstellen</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemanforderungen an avionische Systeme verstehen</li> <li>• selbständig System-Lösungen für sicherheitskritische Avionik konzipieren</li> </ul>

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Art der Studienleistung</b>	<b>Beschreibung</b>
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht		

<b>Lehrveranstaltung L1640: Avionik sicherheitskritischer Systeme</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Halle
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Avionik als Flugelektronik ist die Grundlage für alle Flugzeugfunktionen und eine Hauptquelle für Innovationen. Da es sich bei Flugsteuerung und anderen Systemkontrollern um hochgradig sicherheitskritische Funktionen handelt, unterliegen die Entwicklung von Hardware und Software besonderen Einschränkungen, Techniken und Prozessen. Diese zu verstehen und anzuwenden ist unabdingbar für jeden Systementwickler oder Informationstechniker in der Luftfahrt. Praxisnah werden Risiken und Techniken von sicherheitskritischer Hard- und Softwareentwicklung, Avionikkomponenten, sowie Integration und Test vermittelt. Ein Schwerpunkt ist die Integrierten Modularen Avionik (IMA). Die Vorlesung wird begleitet von einer Pflichtübung mit Laborversuchen.</p> <p>Inhalt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Überblick und Grundlagen</li> <li>2. Geschichte und Flugsteuerung</li> <li>3. Konzepte und Redundanz</li> <li>4. Digitale Rechner</li> <li>5. Schnittstellen und Signale</li> <li>6. Busse</li> <li>7. Netzwerke</li> <li>8. Flugzeug-Cockpit</li> <li>9. Softwareentwicklung</li> <li>10. Modellbasierte Entwicklung</li> <li>11. Integrierte Modulare Avionik 1</li> <li>12. Integrierte Modulare Avionik 2</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moir, I.; Seabridge, A. &amp; Jukes, M., Civil Avionics Systems Civil Avionics Systems, John Wiley &amp; Sons, Ltd, 2013</li> <li>• Spitzer, C. R. Spitzer, Digital Avionics Handbook, CRC Press, 2007</li> <li>• FAA, Advanced Avionics Handbook U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2009</li> <li>• Moir, I. &amp; Seabridge, A. Aircraft Systems, Wiley, 2008, 3</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1641: Avionik sicherheitskritischer Systeme</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Halle
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L1652: Avionik sicherheitskritischer Systeme</b>	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Halle
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0836: Communication Networks				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Analyse und Struktur von Kommunikationsnetzen (L0897)		Vorlesung	2	2
Ausgewählte Themen der Kommunikationsnetze (L0899)		Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Übung Kommunikationsnetze (L0898)		Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Andreas Timm-Giel			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamental stochastics</li> <li>• Basic understanding of computer networks and/or communication technologies is beneficial</li> </ul>			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>				
<i>Wissen</i>	Students are able to describe the principles and structures of communication networks in detail. They can explain the formal description methods of communication networks and their protocols. They are able to explain how current and complex communication networks work and describe the current research in these examples.			
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to evaluate the performance of communication networks using the learned methods. They are able to work out problems themselves and apply the learned methods. They can apply what they have learned autonomously on further and new communication networks.			
<b>Personale Kompetenzen</b>				
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to define tasks themselves in small teams and solve these problems together using the learned methods. They can present the obtained results. They are able to discuss and critically analyse the solutions.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to obtain the necessary expert knowledge for understanding the functionality and performance capabilities of new communication networks independently.			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	Keine			
<b>Prüfung</b>	Referat			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	1,5 Stunden Kolloquium mit je drei Prüflingen, also ca. 30 min je Prüfling. Inhalt des Kolloquiums sind die Poster der vorhergehenden Postersession sowie die Lehrinhalte.			
<b>Zuordnung zu folgenden</b>	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht			

<b>Curricula</b>	Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht
------------------	--

<b>Lehrveranstaltung L0897: Analysis and Structure of Communication Networks</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Andreas Timm-Giel
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript des Instituts für Kommunikationsnetze</li> <li>• Tannenbaum, Computernetzwerke, Pearson-Studium</li> </ul> <p>Further literature is announced at the beginning of the lecture.</p>

<b>Lehrveranstaltung L0899: Selected Topics of Communication Networks</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Andreas Timm-Giel
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Example networks selected by the students will be researched on in a PBL course by the students in groups and will be presented in a poster session at the end of the term.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• see lecture</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0898: Communication Networks Exercise</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Andreas Timm-Giel
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Part of the content of the lecture Communication Networks are reflected in computing tasks in groups, others are motivated and addressed in the form of a PBL exercise.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• announced during lecture</li> </ul>

Modul M0565: Mechatronische Systeme			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Elektro- und Kontromechanik (L0174)	Vorlesung	2	2
Elektro- und Kontromechanik (L1300)	Gruppenübung	1	2
Fachlabor Mechatronik (L0196)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Uwe Weltin		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Mechanik, Elektromechanik und Regelungstechnik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	Der Studierende kann Methoden und Berechnungen zum mechatronischen Entwerfen, Modellieren, Simulieren und Optimieren beschreiben und kann Methoden zum Verifizieren und Validieren wiedergeben.		
<i>Fertigkeiten</i>	Der Studierende kann mechatronische Experimente planen und durchführen. Der Studierende kann Modelle für mechatronische Systeme erstellen, Simulationen und Optimierungen mechatronischer Modelle durchführen.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Der Studierende kann lösungsorientiert in heterogenen Kleingruppen arbeiten und erlernt und vertieft das gegenseitige Helfen und das Definieren von Aufgaben innerhalb der Gruppe.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Der Studierende ist fähig, mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Aufgaben zu lösen. Der Studierende ist in der Lage, selbständig ein mechatronisches Experiment zu planen, durchzuführen und dessen Ergebnisse zusammenzufassen.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Ordnung</b>	<b>Art der Studienleistung</b> <b>Beschreibung</b>
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht		

<b>Lehrveranstaltung L0174: Electro- and Contromechanics</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Introduction to methodical design of mechatronic systems: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelling</li> <li>• System identification</li> <li>• Simulation</li> <li>• Optimization</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Denny Miu: Mechatronics, Springer 1992 Rolf Isermann: Mechatronic systems : fundamentals, Springer 2003

<b>Lehrveranstaltung L1300: Electro- and Contromechanics</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L0196: Fachlabor Mechatronik</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Modellierung in MATLAB <sup>®</sup> und Simulink <sup>®</sup> Reglerentwurf (Linear, Nichtlinear, Beobachter) Parameteridentifikation Regelung eines realen Systems mittels Echtzeitboard und Simulink <sup>®</sup> RTW
<b>Literatur</b>	- Abhängig vom Versuchsaufbau - Depends on the experiment

Modul M0837: Simulation of Communication Networks			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b> <b>LP</b>
Simulation von Kommunikationsnetzen (L0887)		Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	5              6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Andreas Timm-Giel		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of computer and communication networks</li> <li>• Basic programming skills</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i> Students are able to explain the necessary stochastics, the discrete event simulation technology and modelling of networks for performance evaluation.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students are able to apply the method of simulation for performance evaluation to different, also not practiced, problems of communication networks. The students can analyse the obtained results and explain the effects observed in the network. They are able to question their own results.</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students are able to acquire expert knowledge in groups, present the results, and discuss solution approaches and results. They are able to work out solutions for new problems in small teams.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to transfer independently and in discussion with others the acquired method and expert knowledge to new problems. They can identify missing knowledge and acquire this knowledge independently.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht		

<b>Lehrveranstaltung L0887: Simulation of Communication Networks</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	5
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
<b>Dozenten</b>	Prof. Andreas Timm-Giel
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	In the course necessary basic stochastics and the discrete event simulation are introduced. Also simulation models for communication networks, for example, traffic models, mobility models and radio channel models are presented in the lecture. Students work with a simulation tool, where they can directly try out the acquired skills, algorithms and models. At the end of the course increasingly complex networks and protocols are considered and their performance is determined by simulation.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript des Instituts für Kommunikationsnetze</li> </ul> Further literature is announced at the beginning of the lecture.

## Modul M1043: Ausgewählte Themen der Flugzeug-Systemtechnik

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen - Strukturmechanik (L1514)	Vorlesung	2	3
Leichtbaupraktikum (L1258)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Luftsicherheit (L1549)	Vorlesung	2	2
Luftsicherheit (L1550)	Gruppenübung	1	1
Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung (L0950)	Vorlesung	2	2
Strahltriebwerke (L0908)	Vorlesung	2	3
Systemsimulation (L1820)	Vorlesung	2	2
Systemsimulation (L1821)	Hörsaalübung	1	2
Werkstoffprüfung (L0949)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L0176)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L1303)	Gruppenübung	1	2
Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen (L1554)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen (L1555)	Gruppenübung	1	1
Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen (L0749)	Vorlesung	2	3

**Modulverantwortlicher** Prof. Frank Thielecke

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse** Grundlegende Kenntnisse in:

- Mathematik
- Mechanik
- Thermodynamik
- Elektrotechnik
- Hydraulik
- Regelungstechnik

**Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

**Fachkompetenz**

*Wissen*

- Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Spezialgebiete der Systemtechnik, des Lufttransportsystems und der Werkstoffwissenschaften zu verorten.
- Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen grundlegende Modelle und Verfahren erklären.
- Die Studierenden können forschungsbezogenes und technologisches Wissen miteinander in Beziehung setzen.

*Fertigkeiten*

Die Studierenden können in ausgewählten ingenieurtechnischen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz*

*Selbstständigkeit*

Studierende können selbstständig auswählen, welche Kenntnisse und Fähigkeiten sie durch die Wahl der geeigneten Fächer vertiefen.

**Arbeitsaufwand in Stunden** Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen

**Leistungspunkte** 6

Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht  
 Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht  
 Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergankungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht
---	--

<b>Lehrveranstaltung L0310: Fatigue &amp; Damage Tolerance</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Flamm
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Design principles, fatigue strength, crack initiation and crack growth, damage calculation, counting methods, methods to improve fatigue strength, environmental influences
<b>Literatur</b>	Jaap Schijve, Fatigue of Structures and Materials. Kluwer Academic Puplicher, Dordrecht, 2001 E. Haibach. Betriebsfestigkeit Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. VDI-Verlag, Düsseldorf, 1989

<b>Lehrveranstaltung L1514: Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen - Strukturmechanik</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Benedikt Kriegesmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Grundlagen der Elastizitätstheorie anisotroper Körper</b></p> <p>Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen; Gleichgewicht; Kinematik; Verallgemeinertes Hookesches Gesetz</p> <p><b>Verhalten einer Laminat-Einzelschicht</b></p> <p>Materialgesetz der Einzelschicht; Anisotropie und Koppeleffekte; Materialsymmetrien; Ingenieurkonstanten; Ebener Spannungszustand; Transformationsregeln</p> <p><b>Grundlagen der Mikromechanik der Einzelschicht</b></p> <p>Repräsentative Einheitszelle; Ermittlung effektiver Materialkonstanten; Effektive Steifigkeiten der Lamineinzelschicht</p> <p><b>Klassische Laminattheorie</b></p>

	<p>Bezeichnungen und Laminat-Code; Kinematik und Verschiebungsfeld; Verzerrungen und Spannungen; Spannungsergebnisse; Konstitutive Gleichungen und Koppeffekte; Spezielle Laminat- und deren Verhalten; Effektive Laminat-Eigenschaften</p> <p><b>Festigkeit von Laminaten</b></p> <p><b>Inhalt</b> Grundlegendes Konzept; Phänomenologische Versagenskriterien: Maximalkriterien, Tsai-Hill, Tsai-Wu, Puck, Hashin</p> <p><b>Biegung von Laminaten</b></p> <p>Differentialgleichungen; Randbedingungen; Naviersche Lösungen; Lévy'sche Lösungen</p> <p><b>Spannungskonzentrations-Probleme</b></p> <p>Randeffekte; Spannungskonzentrationen an Löchern, Rissen, Delaminationen; Aspekte der Versagensbewertung</p> <p><b>Stabilität dünnwandiger Laminat-Strukturen</b></p> <p>Beulen anisotroper Platten und Schalen; Einfluss des Lastfalles; Einfluss der Randbedingungen; Exakte transzendente Lösungen und deren Behandlung; Beulen ausgesteifter Laminat-; Mindeststeifigkeiten; Lokales Beulen von Trägerprofilen</p> <p><b>Hausübung (Ausarbeitung erforderlich)</b></p> <p>Bewertung eines dünnwandigen Composite-Laminat-Trägers unter verschiedenen Auslegungskriterien</p>
<p><b>Literatur</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, aktuelle Auflage.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, , aktuelle Auflage.</li> <li>• Reddy, J.N., „Mechanics of Composite Laminated Plates and Shells“, CRC Publishing, Boca Raton et al., current edition.</li> <li>• Jones, R.M., „Mechanics of Composite Materials“, Scripta Book Co., Washington, current edition.</li> <li>• Timoshenko, S.P., Gere, J.M., „Theory of elastic stability“, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, current edition.</li> <li>• Turvey, G.J., Marshall, I.H., „Buckling and postbuckling of composite plates“, Chapman and Hall, London, current edition.</li> <li>• Herakovich, C.T., „Mechanics of fibrous composites“, John Wiley and Sons, Inc., New York, current edition.</li> <li>• Mittelstedt, C., Becker, W., „Strukturmechanik ebener Laminat“, aktuelle Auflage.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1258: Leichtbaupraktikum</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Dieter Krause
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Entwicklung eines Faserverbund-Sandwichbauteils</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeiten in die Themengebiete Faserkunststoffverbunde (FKV) und Leichtbau</li> <li>• Konstruktion und Auslegung eines FKV-Sandwich-Bauteils unter Anwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM)</li> <li>• Ermitteln von Werkstoffdaten an Materialproben</li> <li>• Eigenhändiger Bau der FKV-Struktur im Labor</li> <li>• Test der entwickelten Bauteile</li> <li>• Präsentation des Konzepts</li> <li>• Selbstorganisiertes Arbeiten in Teams</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, 2005.</li> <li>• Puck, A., „Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten“, Hanser, München, Wien, 1996.</li> <li>• R&amp;G, „Handbuch Faserverbundwerkstoffe“, Waldenbuch, 2009.</li> <li>• VDI 2014 „Entwicklung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbund“</li> <li>• Ehrenstein, G. W., „Faserverbundkunststoffe“, Hanser, München, 2006.</li> <li>• Klein, B., „Leichtbau-Konstruktion“, Vieweg &amp; Sohn, Braunschweig, 1989.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 2: Konstruktion“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986.</li> <li>• Backmann, B.F., „Composite Structures, Design, Safety and Innovation“, Oxford (UK), Elsevier, 2005.</li> <li>• Krause, D., „Leichtbau“, In: Handbuch Konstruktion, Hrsg.: Rieg, F., Steinhilper, R., München, Carl Hanser Verlag, 2012.</li> <li>• Schulte, K., Fiedler, B., „Structure and Properties of Composite Materials“, Hamburg, TUHH - TuTech Innovation GmbH, 2005.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1549: Luftsicherheit</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung</li> <li>• Die besondere Rolle des Luftverkehrs</li> <li>• Motive und Angriffsvektoren</li> <li>• Faktor Mensch</li> <li>• Bedrohungen und Risiko</li> <li>• Verordnungen, Regulierungen und Gesetze</li> <li>• Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben</li> <li>• Passagier- und Gepäckkontrollen</li> <li>• Frachtkontrollen und sichere Lieferkette</li> <li>• Sicherungstechnologien</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Gjemulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011</li> <li>- Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1550: Luftsicherheit</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung</li> <li>• Die besondere Rolle des Luftverkehrs</li> <li>• Motive und Angriffsvektoren</li> <li>• Faktor Mensch</li> <li>• Bedrohungen und Risiko</li> <li>• Verordnungen, Regulierungen und Gesetze</li> <li>• Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben</li> <li>• Passagier- und Gepäckkontrollen</li> <li>• Frachtkontrollen und sichere Lieferkette</li> <li>• Sicherungstechnologien</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Gjemulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011</p> <p>- Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008</p>

<b>Lehrveranstaltung L0950: Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Dr. Jan Oke Peters
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Vermittlung grundlegender und spezieller Prüfverfahren zur sicheren Beurteilung von Werkstoffen; sowie die Befähigung, für ein Bauteil-/Werkstoffproblem ein geeignetes Prüfprogramm auszuwählen und die Ergebnisse bzgl. Bauteil-/Werkstoffbeschaffenheit zu analysieren und zu diskutieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannungs-Dehnungs-Zusammenhänge</li> <li>• DMS-Messtechnik</li> <li>• Viskoelastisches Verhalten</li> <li>• Zugversuch (Verfestigung, Einschnürung, Dehnrage)</li> <li>• Druckversuch, Biegeversuch, Torsionsversuch</li> <li>• Rissausbreitung bei statischer Belastung (J-Integral)</li> <li>• Rissausbreitung bei zyklischer Belastung (Mikro- und Makrorissausbreitung)</li> <li>• Einfluss von Kerben</li> <li>• Kriechversuch (Physikalischer Kriechversuch, Spannungs- und Temperatureinfluss, Larson-Miller-Parameter)</li> <li>• Verschleißuntersuchung</li> <li>• Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung in der Triebwerksüberholung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg</li> <li>• G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill</li> <li>• R. Bürgel: Lehr- und Übungsbuch Festigkeitslehre, Vieweg</li> <li>• R. Bürgel: Werkstoffe sicher beurteilen und richtig einsetzen, Vieweg</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0908: Strahltriebwerke</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Burkhard Andrich
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreisprozess der Gasturbine</li> <li>• Thermodynamik der Komponenten</li> <li>• Flügel-, Gitter-, Stufenauslegung</li> <li>• Betriebsverhalten der Komponenten</li> <li>• Kriterien der Auslegung von Strahltriebwerken</li> <li>• Entwicklungstrends von Gasturbinen und Strahltriebwerken</li> <li>• Wartung von Strahltriebwerken</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bräunling: Flugzeugtriebwerke</li> <li>• Engmann: Technologie des Fliegens</li> <li>• Kerrebrock: Aircraft Engines and Gas Turbines</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1820: Systemsimulation</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Stefan Wischhusen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Alle TeilnehmerInnen müssen ein Notebook mitbringen, um OpenModelica zu installieren und dieses Programm in der Lehrveranstaltung zu nutzen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die physikalische Modellierung</li> <li>• Frage der Modellierung und der Grenzen der Modellierung</li> <li>• Frage der Zeitkonstanten, Steifigkeit, Stabilität, Schrittweitenwahl</li> <li>• Begriffe der objektorientierten Programmierung</li> <li>• Differenzialgleichungen einfacher Systeme</li> <li>• Einführung in Modelica</li> <li>• Einführung in das Simulationswerkzeug</li> <li>• Beispiel: Wärmeleitung</li> <li>• Systembeispiel</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>[1] Modelica Association: "Modelica Language Specification - Version 3.3", Linköping, Sweden, 2 0 1 2</p> <p>[2] M. Tiller: "Modelica by Example", <a href="http://book.xogeny.com">http://book.xogeny.com</a>, 2014.</p> <p>[3] M. Otter, H. Elmqvist, et al.: "Objektorientierte Modellierung Physikalischer Systeme", at- Automatisierungstechnik (german), Teil 1 - 17, Oldenbourg Verlag, 1999 - 2000.</p> <p>[4] P. Fritzson: "Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3", Wiley-IEEE Press, New York, 2015.</p> <p>[5] P. Fritzson: "Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems with Modelica", Wiley, New York, 2011.</p>

<b>Lehrveranstaltung L1821: Systemsimulation</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Stefan Wischhusen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L0949: Werkstoffprüfung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Dr. Jan Oke Peters
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Vorstellung und Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Methoden der mechanischen als auch zerstörungsfreien Prüfung von Werkstoffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchungsmethodik bei mechanischen Werkstoffproblemen</li> <li>• Bestimmung elastischer Konstanten</li> <li>• Zugversuch</li> <li>• Schwingversuch (Versuche mit konstanter Spannung, Dehnung oder plastischer Dehnung, Zeitschwingfestigkeit, Dauerschwingfestigkeit, Mittelspannungseinfluss)</li> <li>• Rissausbreitung bei statischer Belastung (Spannungsintensitätsfaktor, Bruchzähigkeit)</li> <li>• Kriechversuch und Zeitstandfestigkeit</li> <li>• Härtemessung</li> <li>• Kerbschlagbiegeversuch</li> <li>• Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg                      G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill</p>

<b>Lehrveranstaltung L0176: Reliability in Engineering Dynamics</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min.
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Method for calculation and testing of reliability of dynamic machine systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modeling</li> <li>• System identification</li> <li>• Simulation</li> <li>• Processing of measurement data</li> <li>• Damage accumulation</li> <li>• Test planning and execution</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Bertsche, B.: Reliability in Automotive and Mechanical Engineering. Springer, 2008. ISBN: 978-3-540-33969-4</p> <p>Inman, Daniel J.: Engineering Vibration. Prentice Hall, 3rd Ed., 2007. ISBN-13: 978-0132281737</p> <p>Dresig, H., Holzweißig, F.: Maschinendynamik, Springer Verlag, 9. Auflage, 2009. ISBN 3540876936.</p> <p>VDA (Hg.): Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten. Band 3 Teil 2, 3. überarbeitete Auflage, 2004. ISSN 0943-9412</p>

<b>Lehrveranstaltung L1303: Reliability in Engineering Dynamics</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L1554: Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zur Entwicklung, zur Aufbau- und Verbindungstechnik und zur Herstellung von elektronischen Baugruppen für sicherheitskritische Anwendungen. Auf Bauteil-, Baugruppen- und Systemebene wird gezeigt, wie bei im Flugzeug einzusetzender Elektronik die spezifizierten Sicherheitsziele erreicht werden können. Aktuelle Herausforderungen, wie z.B. Bauteilverfügbarkeit, Bauteilfälschungen und der Einsatz von components off-the-shelf (COTS) werden diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zur Rolle von Elektronik in der Luftfahrt</li> <li>• Systemebenen: Vom Silizium zum mechatronischen Systemen</li> <li>• Halbleiterbauelemente, Baugruppen, Systeme</li> <li>• Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)</li> <li>• Systemintegration in der Elektronik: Anforderungen an die AVT</li> <li>• Methoden und Techniken der AVT</li> <li>• Fehlerbilder bei Baugruppen und Vermeidung von Fehlern</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse bei Baugruppen</li> <li>• Zuverlässigkeit von Avionik</li> <li>• COTS, ROTS, MOTS und das F<sup>3</sup>I-Konzept</li> <li>• Zukünftige Herausforderungen der Elektronik</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>Hanke, H.-J.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Leiterplatten. Verlag Technik, 1994</p> <p>Scheel, W.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Montage. Verlag Technik, 1999</p>

Lehrveranstaltung L1555: Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zur Entwicklung, zur Aufbau- und Verbindungstechnik und zur Herstellung von elektronischen Baugruppen für sicherheitskritische Anwendungen. Auf Bauteil-, Baugruppen- und Systemebene wird gezeigt, wie bei im Flugzeug einzusetzender Elektronik die spezifizierten Sicherheitsziele erreicht werden können. Aktuelle Herausforderungen, wie z.B. Bauteilverfügbarkeit, Bauteilfälschungen und der Einsatz von components off-the-shelf (COTS) werden diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zur Rolle von Elektronik in der Luftfahrt</li> <li>• Systemebenen: Vom Silizium zum mechatronischen Systemen</li> <li>• Halbleiterbauelemente, Baugruppen, Systeme</li> <li>• Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)</li> <li>• Systemintegration in der Elektronik: Anforderungen an die AVT</li> <li>• Methoden und Techniken der AVT</li> <li>• Fehlerbilder bei Baugruppen und Vermeidung von Fehlern</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse bei Baugruppen</li> <li>• Zuverlässigkeit von Avionik</li> <li>• COTS, ROTS, MOTS und das F<sup>3</sup>I-Konzept</li> <li>• Zukünftige Herausforderungen der Elektronik</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>Hanke, H.-J.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Leiterplatten. Verlag Technik, 1994</p> <p>Scheel, W.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Montage. Verlag Technik, 1999</p>

<b>Lehrveranstaltung L0749: Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke, Dr. Andreas Vahl, Dr. Uwe Wieczorek
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Methoden der Zuverlässigkeit und Sicherheit (Regelwerke, Nachweisforderungen)</li> <li>• Grundlagen zur Analyse der Zuverlässigkeitsanalyse (FMEA, Fehlerbaum, Funktions- und Gefahrenanalyse)</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse von elektrischen und mechanischen Systemen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS 25.1309</li> <li>• SAE ARP 4754</li> <li>• SAE ARP 4761</li> </ul>

Modul M0803: Embedded Systems				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Eingebettete Systeme (L0805)		Vorlesung	3	4
Eingebettete Systeme (L0806)		Gruppenübung	1	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Heiko Falk			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Computer Engineering			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Embedded systems can be defined as information processing systems embedded into enclosing products. This course teaches the foundations of such systems. In particular, it deals with an introduction into these systems (notions, common characteristics) and their specification languages (models of computation, hierarchical automata, specification of distributed systems, task graphs, specification of real-time applications, translations between different models).</p>			
<i>Wissen</i>	<p>Another part covers the hardware of embedded systems: Sensors, A/D and D/A converters, real-time capable communication hardware, embedded processors, memories, energy dissipation, reconfigurable logic and actuators. The course also features an introduction into real-time operating systems, middleware and real-time scheduling. Finally, the implementation of embedded systems using hardware/software co-design (hardware/software partitioning, high-level transformations of specifications, energy-efficient realizations, compilers for embedded processors) is covered.</p>			
<i>Fertigkeiten</i>	<p>After having attended the course, students shall be able to realize simple embedded systems. The students shall realize which relevant parts of technological competences to use in order to obtain a functional embedded systems. In particular, they shall be able to compare different models of computations and feasible techniques for system-level design. They shall be able to judge in which areas of embedded system design specific risks exist.</p>			
<b>Personale Kompetenzen</b>				
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to solve similar problems alone or in a group and to present the results accordingly.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to acquire new knowledge from specific literature and to associate this knowledge with other classes.			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Notus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>	<b>Beschreibung</b>
	Ja	10 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	
<b>Prüfung</b>	Klausur			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten, Inhalte der Vorlesung und Übungen			
	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht			

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht
---	---

Lehrveranstaltung L0805: Embedded Systems	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Heiko Falk
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Specifications and Modeling</li> <li>• Embedded/Cyber-Physical Systems Hardware</li> <li>• System Software</li> <li>• Evaluation and Validation</li> <li>• Mapping of Applications to Execution Platforms</li> <li>• Optimization</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems. 2<sup>nd</sup> Edition, Springer, 2012., Springer, 2012.</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0806: Embedded Systems	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Heiko Falk
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M0832: Advanced Topics in Control

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L0661)	Vorlesung	2	3
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L0662)	Gruppenübung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Herbert Werner
------------------------------	----------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None
----------------------------------	------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	H-infinity optimal control, mixed-sensitivity design, linear matrix inequalities
---------------------------------	--

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain the advantages and shortcomings of the classical gain scheduling approach</li> <li>• They can explain the representation of nonlinear systems in the form of quasi-LPV systems</li> <li>• They can explain how stability and performance conditions for LPV systems can be formulated as LMI conditions</li> <li>• They can explain how gridding techniques can be used to solve analysis and synthesis problems for LPV systems</li> <li>• They are familiar with polytopic and LFT representations of LPV systems and some of the basic synthesis techniques associated with each of these model structures</li> </ul>
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain how graph theoretic concepts are used to represent the communication topology of multiagent systems</li> <li>• They can explain the convergence properties of first order consensus protocols</li> <li>• They can explain analysis and synthesis conditions for formation control loops involving either LTI or LPV agent models</li> </ul>
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain the state space representation of spatially invariant distributed systems that are discretized according to an actuator/sensor array</li> <li>• They can explain (in outline) the extension of the bounded real lemma to such distributed systems and the associated synthesis conditions for distributed controllers</li> <li>• Students are capable of constructing LPV models of nonlinear plants and carry out a mixed-sensitivity design of gain-scheduled controllers; they can do this using polytopic, LFT or general LPV models</li> <li>• They are able to use standard software tools (Matlab robust control toolbox) for these tasks</li> <li>• Students are able to design distributed formation controllers for groups of agents with either LTI or LPV dynamics, using Matlab tools provided</li> <li>• Students are able to design distributed controllers for spatially</li> </ul>

<p><b>Personale Kompetenzen</b></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<p>interconnected systems, using the Matlab MD-toolbox</p> <p>Students can work in small groups and arrive at joint results.</p> <p>Students are able to find required information in sources provided (lecture notes, literature, software documentation) and use it to solve given problems.</p>
<p><b>Arbeitsaufwand in Stunden</b></p>	<p>Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56</p>
<p><b>Leistungspunkte</b></p>	<p>6</p>
<p><b>Studienleistung</b></p>	<p>Keine</p>
<p><b>Prüfung</b></p>	<p>Mündliche Prüfung</p>
<p><b>Prüfungsdauer und -umfang</b></p>	<p>30 min</p>
<p><b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b></p>	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht          Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht          Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht          Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht          Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht          Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht          Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht          Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht          Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht          Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht          Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht          Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht          Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht          Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht</p>

<b>Lehrveranstaltung L0661: Advanced Topics in Control</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Herbert Werner
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear Parameter-Varying (LPV) Gain Scheduling                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Linearizing gain scheduling, hidden coupling</li> <li>- Jacobian linearization vs. quasi-LPV models</li> <li>- Stability and induced L2 norm of LPV systems</li> <li>- Synthesis of LPV controllers based on the two-sided projection lemma</li> <li>- Simplifications: controller synthesis for polytopic and LFT models</li> <li>- Experimental identification of LPV models</li> <li>- Controller synthesis based on input/output models</li> <li>- Applications: LPV torque vectoring for electric vehicles, LPV control of a robotic manipulator</li> </ul> </li> <li>• Control of Multi-Agent Systems                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Communication graphs</li> <li>- Spectral properties of the graph Laplacian</li> <li>- First and second order consensus protocols</li> <li>- Formation control, stability and performance</li> <li>- LPV models for agents subject to nonholonomic constraints</li> <li>- Application: formation control for a team of quadrotor helicopters</li> </ul> </li> <li>• Control of Spatially Interconnected Systems                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multidimensional signals, l2 and L2 signal norm</li> <li>- Multidimensional systems in Roesser state space form</li> <li>- Extension of real-bounded lemma to spatially interconnected systems</li> <li>- LMI-based synthesis of distributed controllers</li> <li>- Spatial LPV control of spatially varying systems</li> <li>- Applications: control of temperature profiles, vibration damping for an actuated beam</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werner, H., Lecture Notes "Advanced Topics in Control"</li> <li>• Selection of relevant research papers made available as pdf documents via StudIP</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0662: Advanced Topics in Control</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Herbert Werner
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1091: Flugführung und Flugregelung			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft (L1310)	Vorlesung	3	3
Einführung in die Flugführung (L0848)	Vorlesung	3	2
Einführung in die Flugführung (L0854)	Hörsaalübung	1	1
Flugregelung (L2374)	Vorlesung	2	2
Flugregelung (L2375)	Gruppenübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Volker Gollnick		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Mech. Eng.</li> <li>• Vordiplom Maschinenbau</li> <li>• Vorlesung Lufttransportsysteme</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen der Flugsicherung</li> <li>2. Auslegung und Modellierung von Verkehrsflüssen, Avionik- und Sensorsystemen, Cockpitauslegung</li> <li>3. Grundlagen des Aufbaus von Regelungen für Luftfahrzeuge</li> <li>4. Luftfahrzeuge als Regelstrecke</li> <li>5. Dynamische und Technische Elemente für Regelungen</li> <li>6. Aufbau und Auslegung von Regelungen zur Stabilisierung, Bahnführung, Navigation von Luftfahrzeugen</li> </ol>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen verschiedenster interdisziplinärer Wechselwirkungen</li> <li>• Fähigkeit zur Integration und Bewertung neuer Technologien in das Lufttransportsystem</li> <li>• Fähigkeit zur Modellierung und Bewertung von Flugführungssystemen</li> <li>• Planung und Betrieb von Flugzeugflotten in einer Airline</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten in interdisziplinären Teams</li> <li>• Kommunikation</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>	Organisation von Arbeitsabläufen und -strategien		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 40, Präsenzstudium 140		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II.		

Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht  
 Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und  
 Mobilität: Wahlpflicht

**Lehrveranstaltung L1310: Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft**

<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Dr. Karl Echtermeyer
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung und Überblick</li> <li>2. Geschäftsmodelle von Luftverkehrsgesellschaften</li> <li>3. Interdependenzen der Flugplanung (Netzwerkmanagement, Slot Management, Netzstrukturen, Umlaufplanung)</li> <li>4. Operative Flugvorbereitung (Beladung, Nutzlast/Reichweite, etc.)</li> <li>5. Flottenpolitik</li> <li>6. Flugzeugbewertung und Flottenplanung</li> <li>7. Aufbau und Organisation einer Luftverkehrsgesellschaft</li> <li>8. Instandhaltung von Flugzeugen</li> </ol>
<b>Literatur</b>	Volker Gollnick, Dieter Schmitt: The Air Transport System, Springer Berlin Heidelberg New York, 2014 Paul Clark: Buying the big jets, Ashgate 2008 Mike Hirst: The Air Transport System, AIAA, 2008

**Lehrveranstaltung L0848: Einführung in die Flugführung**

<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 18, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Einführung und Motivation Flugführungsprinzipien (Luftraumstrukturen, Organisation der Flugsicherung, etc.) Navigation Funknavigation Satellitennavigation Grundlagen der Flugmeßtechnik Positionsmessung (geometrische Verfahren, Entfernungsmessung, Richtungsmessung) Bestimmung der Fluglage (Magnetfeld- und Trägheitssensoren) Geschwindigkeitsmessung Luftraumüberwachung (Radarsysteme) Kommunikationssysteme Avionikarchitekturen (Computersysteme, Bussysteme) Cockpitsysteme (Cockpitgestaltung, Cockpitausrüstung)
<b>Literatur</b>	Rudolf Brockhaus, Robert Luckner, Wolfgang Alles: "Flugregelung", Springer Berlin Heidelberg New York, 2012 Holger Flühr: "Avionik und Flugsicherungssysteme", Springer Berlin Heidelberg New York, 2013 Volker Gollnick, Dieter Schmitt "Air Transport Systems", Springer Berlin Heidelberg New York, 2014

<b>Lehrveranstaltung L0854: Einführung in die Flugführung</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L2374: Flugregelung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Die Lehrveranstaltung vermittelt Wissen rund um die Beschreibung von Luftfahrzeugen als Regelstrecke sowie die Gestaltung und Auslegung/Optimierung von Reglern zur Stabilisierung, Lagehaltung, Flugzustandshaltung und Führung des Luftfahrzeugs. Mit der Vorlesung wird die Fähigkeit vermittelt, daß Luftfahrzeug als Regelstrecke zu beschreiben und zu verstehen sowie darauf aufbauend geeignete Regelungsstrukturen zur automatisierten Führung des Luftfahrzeugs auf verschiedenen Ebenen auszulegen. Hierzu werden zudem geeignete Auslegungsverfahren Riccati-Entwurf, H2Hinfinity, etc. vorgestellt.
<b>Literatur</b>	Brockhaus, Alles, Luckner: Flugregelung, Springer Verlag, 2011 R.P.G Collinson: Introduction to Avionics Systems, Springer Verlag, 2011

<b>Lehrveranstaltung L2375: Flugregelung</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0791: Rechnerarchitektur				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Rechnerarchitektur (L0793)		Vorlesung	2	3
Rechnerarchitektur (L0794)		Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Rechnerarchitektur (L1864)		Gruppenübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Heiko Falk			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Modul "Technische Informatik"			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>	In diesem Modul werden fortgeschrittene Konzepte der Rechnerarchitektur vorgestellt. Am Anfang steht ein breiter Überblick über mögliche Programmiermodelle, wie sie für Universalrechner aber auch für spezielle Maschinen (z.B. Signalprozessoren) entwickelt wurden. Anschließend werden prinzipielle Aspekte der Mikroarchitektur von Prozessoren behandelt. Der Schwerpunkt liegt hierbei insbesondere auf dem sogenannten Pipelining und den in diesem Zusammenhang angewandten Methoden zur Beschleunigung der Befehlsausführung. Die Studierenden lernen Mechanismen zum dynamischen Scheduling, zur Sprungvorhersage, zu superskalaren Architekturen und zu Speicher-Hierarchien kennen.			
<i>Wissen</i>				
<b>Fertigkeiten</b>	Die Studierenden sind in der Lage, den Aufbau eines Prozessors zu erklären. Sie kennen die verschiedenen Architekturprinzipien und Programmiermodelle. Die Studierenden untersuchen verschiedene Strukturen von Pipeline-Architekturen und sind in der Lage, deren Konzepte zu erklären und im Hinblick auf Kriterien wie Performance und Energieeffizienz zu analysieren. Sie bewerten unterschiedliche Speicherarchitekturen, kennen parallele Rechnerarchitekturen und können zwischen Befehls- und Datenparallelität unterscheiden.			
<i>Fertigkeiten</i>				
<b>Personale Kompetenzen</b>				
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Notus</b>	<b>Art der Studienleistung</b>	<b>Beschreibung</b>
	Nein	15 %	Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung	
<b>Prüfung</b>	Klausur			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Min., Vorlesungsstoff + 4 Testate zur PBL "Rechnerarchitektur"			
	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik; Wahlpflicht			

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Computer Science: Vertiefung Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L0793: Rechnerarchitektur</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Heiko Falk
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Grundlagen von VHDL</li> <li>• Programmiermodelle</li> <li>• Realisierung elementarer Datentypen</li> <li>• Dynamisches Scheduling</li> <li>• Sprungvorhersage</li> <li>• Superskalare Maschinen</li> <li>• Speicher-Hierarchien</li> </ul> <p>Die Gruppenübungen vertiefen die Vorlesungsinhalte durch Bearbeiten und Besprechen von Übungsblättern und dienen somit zur Klausur-Vorbereitung. Der praktische Umgang mit Fragestellungen aus der Rechnerarchitektur wird in der FPGA-basierten PBL zur Rechnerarchitektur vermittelt, deren Teilnahme verpflichtend ist.</p>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Patterson, J. Hennessy. Rechnerorganisation und -entwurf. Elsevier, 2005.</li> <li>• A. Tanenbaum, J. Goodman. Computerarchitektur. Pearson, 2001.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0794: Rechnerarchitektur</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Heiko Falk
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L1864: Rechnerarchitektur</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Heiko Falk
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Fachmodule der Vertiefung Flugzeugsysteme

In der Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik lernen die Studierenden komplexe systemtechnische Fragestellungen analytisch und methodisch zu bearbeiten. Sie vertiefen bestehende und erwerben neue Kompetenzen in den Bereichen Regelungstechnik, Simulation, Modellierung und anderen Teilbereichen der Systemtechnik. Die Belegung eines offenen Modules erlaubt es den Studierenden des Weiteren verschiedenste Lehrveranstaltungen aus dem Themenkomplex Luftfahrt zu besuchen.

### Modul M0846: Control Systems Theory and Design

#### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme (L0656)	Vorlesung	2	4
Theorie und Entwurf regelungstechnischer Systeme (L0657)	Gruppenübung	2	2

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Herbert Werner
------------------------------	----------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None
----------------------------------	------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Introduction to Control Systems
---------------------------------	---------------------------------

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain how linear dynamic systems are represented as state space models; they can interpret the system response to initial states or external excitation as trajectories in state space</li> <li>• They can explain the system properties controllability and observability, and their relationship to state feedback and state estimation, respectively</li> <li>• They can explain the significance of a minimal realisation</li> <li>• They can explain observer-based state feedback and how it can be used to achieve tracking and disturbance rejection</li> <li>• They can extend all of the above to multi-input multi-output systems</li> <li>• They can explain the z-transform and its relationship with the Laplace Transform</li> <li>• They can explain state space models and transfer function models of discrete-time systems</li> <li>• They can explain the experimental identification of ARX models of dynamic systems, and how the identification problem can be solved by solving a normal equation</li> <li>• They can explain how a state space model can be constructed from a discrete-time impulse response</li> </ul>
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can transform transfer function models into state space models and vice versa</li> <li>• They can assess controllability and observability and construct minimal realisations</li> <li>• They can design LQG controllers for multivariable plants</li> <li>• They can carry out a controller design both in continuous-time and discrete-time domain, and decide which is appropriate for a given sampling rate</li> <li>• They can identify transfer function models and state space models of dynamic systems from experimental data</li> <li>• They can carry out all these tasks using standard software tools (Matlab Control Toolbox, System Identification Toolbox, Simulink)</li> </ul>

<p><b>Personale Kompetenzen</b></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<p>Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.</p> <p>Students can obtain information from provided sources (lecture notes, software documentation, experiment guides) and use it when solving given problems.</p> <p>They can assess their knowledge in weekly on-line tests and thereby control their learning progress.</p>
<p><b>Arbeitsaufwand in Stunden</b></p>	<p>Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56</p>
<p><b>Leistungspunkte</b></p>	<p>6</p>
<p><b>Studienleistung</b></p>	<p>Keine</p>
<p><b>Prüfung</b></p>	<p>Klausur</p>
<p><b>Prüfungsdauer und -umfang</b></p>	<p>120 min</p>
<p><b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b></p>	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht                      Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht                      Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht                      Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Pflicht                      Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht                      Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht                      Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht                      Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht                      Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht                      Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht                      Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht                      Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht                      Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Pflicht                      Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht                      Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht                      Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht</p>

<b>Lehrveranstaltung L0656: Control Systems Theory and Design</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Herbert Werner
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>State space methods (single-input single-output)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• State space models and transfer functions, state feedback</li> <li>• Coordinate basis, similarity transformations</li> <li>• Solutions of state equations, matrix exponentials, Caley-Hamilton Theorem</li> <li>• Controllability and pole placement</li> <li>• State estimation, observability, Kalman decomposition</li> <li>• Observer-based state feedback control, reference tracking</li> <li>• Transmission zeros</li> <li>• Optimal pole placement, symmetric root locus</li> </ul> <p>Multi-input multi-output systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transfer function matrices, state space models of multivariable systems, Gilbert realization</li> <li>• Poles and zeros of multivariable systems, minimal realization</li> <li>• Closed-loop stability</li> <li>• Pole placement for multivariable systems, LQR design, Kalman filter</li> </ul> <p>Digital Control</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discrete-time systems: difference equations and z-transform</li> <li>• Discrete-time state space models, sampled data systems, poles and zeros</li> <li>• Frequency response of sampled data systems, choice of sampling rate</li> </ul> <p>System identification and model order reduction</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Least squares estimation, ARX models, persistent excitation</li> <li>• Identification of state space models, subspace identification</li> <li>• Balanced realization and model order reduction</li> </ul> <p>Case study</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelling and multivariable control of a process evaporator using Matlab and Simulink</li> </ul> <p>Software tools</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matlab/Simulink</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werner, H., Lecture Notes „Control Systems Theory and Design“</li> <li>• T. Kailath "Linear Systems", Prentice Hall, 1980</li> <li>• K.J. Astrom, B. Wittenmark "Computer Controlled Systems" Prentice Hall, 1997</li> <li>• L. Ljung "System Identification - Theory for the User", Prentice Hall, 1999</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0657: Control Systems Theory and Design</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Herbert Werner
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0721: Klimaanlage			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Klimaanlagen (L0594)	Vorlesung	3	5
Klimaanlagen (L0595)	Hörsaalübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Gerhard Schmitz		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p><i>Wissen</i></p> <p>Studierende kennen die verschiedenen Arten von Klimaanlage und die dazugehörigen Regelungskonzepte für stationäre und mobile Anwendungen. Sie beherrschen die Zustandsänderungen feuchter Luft im <math>h1+x,x</math>-Diagramm. Sie sind in der Lage die aus hygienischen Gründen notwendigen Luftvolumenströme für Aufenthaltsräume von Personen zu bestimmen und können dazu die geeigneten Filterverfahren auswählen. Ihnen sind grundlegende Raumströmungszustände bekannt und sie können einfache Verfahren zur Berechnung einer Strömung in Räumen anwenden. Sie wissen, wie ein Kanalnetz ausgelegt und berechnet wird. Sie sind mit verschiedenen Verfahren zur Erzeugung von Kälte vertraut und können die entsprechenden Prozesse in den geeigneten thermodynamischen Diagrammen darstellen. Sie kennen die verschiedenen Umweltbewertungskriterien für Kältemittel.</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Studierende beherrschen die Berechnung von Klimaanlage für stationäre und mobile Anwendungen. Sie können eine Kanalnetzberechnung durchführen und sind befähigt, einfache Planungsaufgaben selbstständig unter Berücksichtigung der Einbindung natürlicher Wärmequellen und -senken durchzuführen. Sie sind in der Lage aktuelle Forschungsergebnisse in die Praxis zu übertragen und wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der Klimatechnik selbstständig durchzuführen.</p>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	60 min		
	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht		

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0594: Klimaanlage	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	5
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	1. Überblick über Klimaanlage 1.1 Einteilung von Klimaanlage 1.2 Lüftung 1.3 Aufbau und Funktion von Klimaanlage 2. Thermodynamische Prozesse in Klimaanlage 2.1 Das $h,x$ -Diagramm für feuchte Luft 2.2 Mischkammer, Vorwärmer, Nachwärmer 2.3 Luftkühler 2.4 Luftbefeuchter 2.5 Darstellung des konventionellen Klimaanlageprozesses im $h,x$ -Diagramm 2.6 Sorptionsgestützte Klimatisierung 3. Berechnung der Heiz- und Kühlleistung 3.1 Heizlast und Heizleistung 3.2 Kühllasten und Kühlleistung 3.3 Berechnung der inneren Kühllast 3.4 Berechnung der äußeren Kühllast 4. Lufttechnische Anlagen 4.1 Frischluftbedarf 4.2 Raumluftströmung 4.3 Kanalnetz berechnung 4.4 Ventilatoren 4.5 Filter 5. Kälteanlagen 5.1. Kaltdampfkompansionskälteanlagen 5.2 Absorptionskälteanlagen
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmitz, G.: Klimaanlage, Skript zur Vorlesung</li> <li>• VDI Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer Verlag, Düsseldorf 2013</li> <li>• Herwig, H.; Moschallski, A.: Wärmeübertragung, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009</li> <li>• Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schrammek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2013/2014, 76. Auflage, Deutscher Industrieverlag, 2013</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0595: Klimaanlage	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Modul M0752: Nichtlineare Dynamik</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>
Nichtlineare Dynamik (L0702)		Integrierte Vorlesung	4
			<b>LP</b>
			6
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Norbert Hoffmann		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis</li> <li>• Lineare Algebra</li> <li>• Technische Mechanik</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	Studierende sind in der Lage bestehende Begriffe und Konzepte der Nichtlinearen Dynamik wiederzugeben und neue Begriffe und Konzepte zu entwickeln.		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	Studierende sind in der Lage bestehende Verfahren und Methoden der Nichtlinearen Dynamik anzuwenden und neue Verfahren und Methoden zu entwickeln.		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können Arbeitsergebnisse auch in Gruppen erzielen.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können eigenständig vorgegebene Forschungsaufgaben angehen und selbstständig neue Forschungsaufgaben identifizieren und bearbeiten.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	2 Stunden		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

<b>Lehrveranstaltung L0702: Nichtlineare Dynamik</b>	
<b>Typ</b>	Integrierte Vorlesung
<b>SWS</b>	4
<b>LP</b>	6
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Dozenten</b>	Prof. Norbert Hoffmann
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Grundlagen der Nichtlinearen Dynamik.
<b>Literatur</b>	S. Strogatz: Nonlinear Dynamics and Chaos. Perseus, 2013.

## Modul M0840: Optimal and Robust Control

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Optimale und robuste Regelung (L0658)	Vorlesung	2	3
Optimale und robuste Regelung (L0659)	Gruppenübung	2	3

**Modulverantwortlicher** Prof. Herbert Werner

**Zulassungsvoraussetzungen** None

- Empfohlene Vorkenntnisse**
- Classical control (frequency response, root locus)
  - State space methods
  - Linear algebra, singular value decomposition

**Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Students can explain the significance of the matrix Riccati equation for the solution of LQ problems.</li> <li>They can explain the duality between optimal state feedback and optimal state estimation.</li> <li>They can explain how the H2 and H-infinity norms are used to represent stability and performance constraints.</li> <li>They can explain how an LQG design problem can be formulated as special case of an H2 design problem.</li> <li>They can explain how model uncertainty can be represented in a way that lends itself to robust controller design</li> <li>They can explain how - based on the small gain theorem - a robust controller can guarantee stability and performance for an uncertain plant.</li> <li>They understand how analysis and synthesis conditions on feedback loops can be represented as linear matrix inequalities.</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Students are capable of designing and tuning LQG controllers for multivariable plant models.</li> <li>They are capable of representing a H2 or H-infinity design problem in the form of a generalized plant, and of using standard software tools for solving it.</li> <li>They are capable of translating time and frequency domain specifications for control loops into constraints on closed-loop sensitivity functions, and of carrying out a mixed-sensitivity design.</li> <li>They are capable of constructing an LFT uncertainty model for an uncertain system, and of designing a mixed-objective robust controller.</li> <li>They are capable of formulating analysis and synthesis conditions as linear matrix inequalities (LMI), and of using standard LMI-solvers for solving them.</li> <li>They can carry out all of the above using standard software tools (Matlab robust control toolbox).</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to find required information in sources provided (lecture notes, literature, software documentation) and use it to solve given problems.

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht                      Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht                      Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht                      Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht                      Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht                      Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht                      Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht                      Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht                      Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht                      Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht                      Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht                      Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht                      Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht                      Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht                      Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p>

<b>Lehrveranstaltung L0658: Optimal and Robust Control</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Herbert Werner
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimal regulator problem with finite time horizon, Riccati differential equation</li> <li>• Time-varying and steady state solutions, algebraic Riccati equation, Hamiltonian system</li> <li>• Kalman's identity, phase margin of LQR controllers, spectral factorization</li> <li>• Optimal state estimation, Kalman filter, LQG control</li> <li>• Generalized plant, review of LQG control</li> <li>• Signal and system norms, computing H2 and H<math>\infty</math> norms</li> <li>• Singular value plots, input and output directions</li> <li>• Mixed sensitivity design, H<math>\infty</math> loop shaping, choice of weighting filters</li> <li>• Case study: design example flight control</li> <li>• Linear matrix inequalities, design specifications as LMI constraints (H2, H<math>\infty</math> and pole region)</li> <li>• Controller synthesis by solving LMI problems, multi-objective design</li> <li>• Robust control of uncertain systems, small gain theorem, representation of parameter uncertainty</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werner, H., Lecture Notes: "Optimale und Robuste Regelung"</li> <li>• Boyd, S., L. El Ghaoui, E. Feron and V. Balakrishnan "Linear Matrix Inequalities in Systems and Control", SIAM, Philadelphia, PA, 1994</li> <li>• Skogestad, S. and I. Postlethwaite "Multivariable Feedback Control", John Wiley, Chichester, England, 1996</li> <li>• Strang, G. "Linear Algebra and its Applications", Harcourt Brace Jovanovic, Orlando, FA, 1988</li> <li>• Zhou, K. and J. Doyle "Essentials of Robust Control", Prentice Hall International, Upper Saddle River, NJ, 1998</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0659: Optimal and Robust Control</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Herbert Werner
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1043: Ausgewählte Themen der Flugzeug-Systemtechnik

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen - Strukturmechanik (L1514)	Vorlesung	2	3
Leichtbaupraktikum (L1258)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Luftsicherheit (L1549)	Vorlesung	2	2
Luftsicherheit (L1550)	Gruppenübung	1	1
Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung (L0950)	Vorlesung	2	2
Strahltriebwerke (L0908)	Vorlesung	2	3
Systemsimulation (L1820)	Vorlesung	2	2
Systemsimulation (L1821)	Hörsaalübung	1	2
Werkstoffprüfung (L0949)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L0176)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L1303)	Gruppenübung	1	2
Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen (L1554)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen (L1555)	Gruppenübung	1	1
Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen (L0749)	Vorlesung	2	3

**Modulverantwortlicher** Prof. Frank Thielecke

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse** Grundlegende Kenntnisse in:

- Mathematik
- Mechanik
- Thermodynamik
- Elektrotechnik
- Hydraulik
- Regelungstechnik

**Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

**Fachkompetenz**

*Wissen*

- Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Spezialgebiete der Systemtechnik, des Lufttransportsystems und der Werkstoffwissenschaften zu verorten.
- Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen grundlegende Modelle und Verfahren erklären.
- Die Studierenden können forschungsbezogenes und technologisches Wissen miteinander in Beziehung setzen.

*Fertigkeiten*

Die Studierenden können in ausgewählten ingenieurtechnischen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz*

*Selbstständigkeit*

Studierende können selbstständig auswählen, welche Kenntnisse und Fähigkeiten sie durch die Wahl der geeigneten Fächer vertiefen.

**Arbeitsaufwand in Stunden** Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen

**Leistungspunkte** 6

Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht  
 Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht  
 Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L0310: Fatigue &amp; Damage Tolerance</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Flamm
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Design principles, fatigue strength, crack initiation and crack growth, damage calculation, counting methods, methods to improve fatigue strength, environmental influences
<b>Literatur</b>	Jaap Schijve, Fatigue of Structures and Materials. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 2001 E. Haibach. Betriebsfestigkeit Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. VDI-Verlag, Düsseldorf, 1989

<b>Lehrveranstaltung L1514: Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen - Strukturmechanik</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Benedikt Kriegesmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Grundlagen der Elastizitätstheorie anisotroper Körper</b></p> <p>Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen; Gleichgewicht; Kinematik; Verallgemeinertes Hookesches Gesetz</p> <p><b>Verhalten einer Laminat-Einzelschicht</b></p> <p>Materialgesetz der Einzelschicht; Anisotropie und Koppeleffekte; Materialsymmetrien; Ingenieurkonstanten; Ebener Spannungszustand; Transformationsregeln</p> <p><b>Grundlagen der Mikromechanik der Einzelschicht</b></p> <p>Repräsentative Einheitszelle; Ermittlung effektiver Materialkonstanten; Effektive Steifigkeiten der Laminat-Einzelschicht</p> <p><b>Klassische Laminattheorie</b></p>

	<p>Bezeichnungen und Laminat-Code; Kinematik und Verschiebungsfeld; Verzerrungen und Spannungen; Spannungsergebnisse; Konstitutive Gleichungen und Koppeffekte; Spezielle Lamine und deren Verhalten; Effektive Laminat-Eigenschaften</p> <p><b>Festigkeit von Laminaten</b></p> <p><b>Inhalt</b> Grundlegendes Konzept; Phänomenologische Versagenskriterien: Maximalkriterien, Tsai-Hill, Tsai-Wu, Puck, Hashin</p> <p><b>Biegung von Laminaten</b></p> <p>Differentialgleichungen; Randbedingungen; Naviersche Lösungen; Lévy'sche Lösungen</p> <p><b>Spannungskonzentrations-Probleme</b></p> <p>Randeffekte; Spannungskonzentrationen an Löchern, Rissen, Delaminationen; Aspekte der Versagensbewertung</p> <p><b>Stabilität dünnwandiger Laminat-Strukturen</b></p> <p>Beulen anisotroper Platten und Schalen; Einfluss des Lastfalles; Einfluss der Randbedingungen; Exakte transzendente Lösungen und deren Behandlung; Beulen ausgesteifter Lamine; Mindeststeifigkeiten; Lokales Beulen von Trägerprofilen</p> <p><b>Hausübung (Ausarbeitung erforderlich)</b></p> <p>Bewertung eines dünnwandigen Composite-Laminat-Trägers unter verschiedenen Auslegungskriterien</p>
<p><b>Literatur</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, aktuelle Auflage.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, , aktuelle Auflage.</li> <li>• Reddy, J.N., „Mechanics of Composite Laminated Plates and Shells“, CRC Publishing, Boca Raton et al., current edition.</li> <li>• Jones, R.M., „Mechanics of Composite Materials“, Scripta Book Co., Washington, current edition.</li> <li>• Timoshenko, S.P., Gere, J.M., „Theory of elastic stability“, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, current edition.</li> <li>• Turvey, G.J., Marshall, I.H., „Buckling and postbuckling of composite plates“, Chapman and Hall, London, current edition.</li> <li>• Herakovich, C.T., „Mechanics of fibrous composites“, John Wiley and Sons, Inc., New York, current edition.</li> <li>• Mittelstedt, C., Becker, W., „Strukturmechanik ebener Lamine“, aktuelle Auflage.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1258: Leichtbaupraktikum</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Dieter Krause
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Entwicklung eines Faserverbund-Sandwichbauteils</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeiten in die Themengebiete Faserkunststoffverbunde (FKV) und Leichtbau</li> <li>• Konstruktion und Auslegung eines FKV-Sandwich-Bauteils unter Anwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM)</li> <li>• Ermitteln von Werkstoffdaten an Materialproben</li> <li>• Eigenhändiger Bau der FKV-Struktur im Labor</li> <li>• Test der entwickelten Bauteile</li> <li>• Präsentation des Konzepts</li> <li>• Selbstorganisiertes Arbeiten in Teams</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, 2005.</li> <li>• Puck, A., „Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten“, Hanser, München, Wien, 1996.</li> <li>• R&amp;G, „Handbuch Faserverbundwerkstoffe“, Waldenbuch, 2009.</li> <li>• VDI 2014 „Entwicklung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbund“</li> <li>• Ehrenstein, G. W., „Faserverbundkunststoffe“, Hanser, München, 2006.</li> <li>• Klein, B., „Leichtbau-Konstruktion“, Vieweg &amp; Sohn, Braunschweig, 1989.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 2: Konstruktion“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986.</li> <li>• Backmann, B.F., „Composite Structures, Design, Safety and Innovation“, Oxford (UK), Elsevier, 2005.</li> <li>• Krause, D., „Leichtbau“, In: Handbuch Konstruktion, Hrsg.: Rieg, F., Steinhilper, R., München, Carl Hanser Verlag, 2012.</li> <li>• Schulte, K., Fiedler, B., „Structure and Properties of Composite Materials“, Hamburg, TUHH - TuTech Innovation GmbH, 2005.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1549: Luftsicherheit</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung</li> <li>• Die besondere Rolle des Luftverkehrs</li> <li>• Motive und Angriffsvektoren</li> <li>• Faktor Mensch</li> <li>• Bedrohungen und Risiko</li> <li>• Verordnungen, Regulierungen und Gesetze</li> <li>• Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben</li> <li>• Passagier- und Gepäckkontrollen</li> <li>• Frachtkontrollen und sichere Lieferkette</li> <li>• Sicherungstechnologien</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Gjemulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011</p> <p>- Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008</p>

<b>Lehrveranstaltung L1550: Luftsicherheit</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung</li> <li>• Die besondere Rolle des Luftverkehrs</li> <li>• Motive und Angriffsvektoren</li> <li>• Faktor Mensch</li> <li>• Bedrohungen und Risiko</li> <li>• Verordnungen, Regulierungen und Gesetze</li> <li>• Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben</li> <li>• Passagier- und Gepäckkontrollen</li> <li>• Frachtkontrollen und sichere Lieferkette</li> <li>• Sicherungstechnologien</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Giemulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011</p> <p>- Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008</p>

<b>Lehrveranstaltung L0950: Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Dr. Jan Oke Peters
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Vermittlung grundlegender und spezieller Prüfverfahren zur sicheren Beurteilung von Werkstoffen; sowie die Befähigung, für ein Bauteil-/Werkstoffproblem ein geeignetes Prüfprogramm auszuwählen und die Ergebnisse bzgl. Bauteil-/Werkstoffbeschaffenheit zu analysieren und zu diskutieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannungs-Dehnungs-Zusammenhänge</li> <li>• DMS-Messtechnik</li> <li>• Viskoelastisches Verhalten</li> <li>• Zugversuch (Verfestigung, Einschnürung, Dehnrate)</li> <li>• Druckversuch, Biegeversuch, Torsionsversuch</li> <li>• Rissausbreitung bei statischer Belastung (J-Integral)</li> <li>• Rissausbreitung bei zyklischer Belastung (Mikro- und Makrorissausbreitung)</li> <li>• Einfluss von Kerben</li> <li>• Kriechversuch (Physikalischer Kriechversuch, Spannungs- und Temperatureinfluss, Larson-Miller-Parameter)</li> <li>• Verschleißuntersuchung</li> <li>• Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung in der Triebwerksüberholung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg</li> <li>• G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill</li> <li>• R. Bürgel: Lehr- und Übungsbuch Festigkeitslehre, Vieweg</li> <li>• R. Bürgel: Werkstoffe sicher beurteilen und richtig einsetzen, Vieweg</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0908: Strahltriebwerke</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Burkhard Andrich
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreisprozess der Gasturbine</li> <li>• Thermodynamik der Komponenten</li> <li>• Flügel-, Gitter-, Stufenauslegung</li> <li>• Betriebsverhalten der Komponenten</li> <li>• Kriterien der Auslegung von Strahltriebwerken</li> <li>• Entwicklungstrends von Gasturbinen und Strahltriebwerken</li> <li>• Wartung von Strahltriebwerken</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bräunling: Flugzeugtriebwerke</li> <li>• Engmann: Technologie des Fliegens</li> <li>• Kerrebrock: Aircraft Engines and Gas Turbines</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1820: Systemsimulation</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Stefan Wischhusen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Alle TeilnehmerInnen müssen ein Notebook mitbringen, um OpenModelica zu installieren und dieses Programm in der Lehrveranstaltung zu nutzen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die physikalische Modellierung</li> <li>• Frage der Modellierung und der Grenzen der Modellierung</li> <li>• Frage der Zeitkonstanten, Steifigkeit, Stabilität, Schrittweitenwahl</li> <li>• Begriffe der objektorientierten Programmierung</li> <li>• Differenzialgleichungen einfacher Systeme</li> <li>• Einführung in Modelica</li> <li>• Einführung in das Simulationswerkzeug</li> <li>• Beispiel: Wärmeleitung</li> <li>• Systembeispiel</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>[1] Modelica Association: "Modelica Language Specification - Version 3.3", Linköping, Sweden, 2 0 1 2</p> <p>[2] M. Tiller: "Modelica by Example", <a href="http://book.xogeny.com">http://book.xogeny.com</a>, 2014.</p> <p>[3] M. Otter, H. Elmqvist, et al.: "Objektorientierte Modellierung Physikalischer Systeme", at- Automatisierungstechnik (german), Teil 1 - 17, Oldenbourg Verlag, 1999 - 2000.</p> <p>[4] P. Fritzson: "Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3", Wiley-IEEE Press, New York, 2015.</p> <p>[5] P. Fritzson: "Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems with Modelica", Wiley, New York, 2011.</p>

<b>Lehrveranstaltung L1821: Systemsimulation</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Stefan Wischhusen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L0949: Werkstoffprüfung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Dr. Jan Oke Peters
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Vorstellung und Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Methoden der mechanischen als auch zerstörungsfreien Prüfung von Werkstoffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchungsmethodik bei mechanischen Werkstoffproblemen</li> <li>• Bestimmung elastischer Konstanten</li> <li>• Zugversuch</li> <li>• Schwingversuch (Versuche mit konstanter Spannung, Dehnung oder plastischer Dehnung, Zeitschwingfestigkeit, Dauerschwingfestigkeit, Mittelspannungseinfluss)</li> <li>• Rissausbreitung bei statischer Belastung (Spannungsintensitätsfaktor, Bruchzähigkeit)</li> <li>• Kriechversuch und Zeitstandfestigkeit</li> <li>• Härtemessung</li> <li>• Kerbschlagbiegeversuch</li> <li>• Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg                      G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill</p>

<b>Lehrveranstaltung L0176: Reliability in Engineering Dynamics</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min.
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Method for calculation and testing of reliability of dynamic machine systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modeling</li> <li>• System identification</li> <li>• Simulation</li> <li>• Processing of measurement data</li> <li>• Damage accumulation</li> <li>• Test planning and execution</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Bertsche, B.: Reliability in Automotive and Mechanical Engineering. Springer, 2008. ISBN: 978-3-540-33969-4</p> <p>Inman, Daniel J.: Engineering Vibration. Prentice Hall, 3rd Ed., 2007. ISBN-13: 978-0132281737</p> <p>Dresig, H., Holzweißig, F.: Maschinendynamik, Springer Verlag, 9. Auflage, 2009. ISBN 3540876936.</p> <p>VDA (Hg.): Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten. Band 3 Teil 2, 3. überarbeitete Auflage, 2004. ISSN 0943-9412</p>

<b>Lehrveranstaltung L1303: Reliability in Engineering Dynamics</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L1554: Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zur Entwicklung, zur Aufbau- und Verbindungstechnik und zur Herstellung von elektronischen Baugruppen für sicherheitskritische Anwendungen. Auf Bauteil-, Baugruppen- und Systemebene wird gezeigt, wie bei im Flugzeug einzusetzender Elektronik die spezifizierten Sicherheitsziele erreicht werden können. Aktuelle Herausforderungen, wie z.B. Bauteilverfügbarkeit, Bauteilfälschungen und der Einsatz von components off-the-shelf (COTS) werden diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zur Rolle von Elektronik in der Luftfahrt</li> <li>• Systemebenen: Vom Silizium zum mechatronischen Systemen</li> <li>• Halbleiterbauelemente, Baugruppen, Systeme</li> <li>• Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)</li> <li>• Systemintegration in der Elektronik: Anforderungen an die AVT</li> <li>• Methoden und Techniken der AVT</li> <li>• Fehlerbilder bei Baugruppen und Vermeidung von Fehlern</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse bei Baugruppen</li> <li>• Zuverlässigkeit von Avionik</li> <li>• COTS, ROTS, MOTS und das F<sup>3</sup>I-Konzept</li> <li>• Zukünftige Herausforderungen der Elektronik</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>Hanke, H.-J.: Baugruppentechologie der Elektronik. Leiterplatten. Verlag Technik, 1994</p> <p>Scheel, W.: Baugruppentechologie der Elektronik. Montage. Verlag Technik, 1999</p>

<b>Lehrveranstaltung L1555: Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zur Entwicklung, zur Aufbau- und Verbindungstechnik und zur Herstellung von elektronischen Baugruppen für sicherheitskritische Anwendungen. Auf Bauteil-, Baugruppen- und Systemebene wird gezeigt, wie bei im Flugzeug einzusetzender Elektronik die spezifizierten Sicherheitsziele erreicht werden können. Aktuelle Herausforderungen, wie z.B. Bauteilverfügbarkeit, Bauteilfälschungen und der Einsatz von components off-the-shelf (COTS) werden diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zur Rolle von Elektronik in der Luftfahrt</li> <li>• Systemebenen: Vom Silizium zum mechatronischen Systemen</li> <li>• Halbleiterbauelemente, Baugruppen, Systeme</li> <li>• Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)</li> <li>• Systemintegration in der Elektronik: Anforderungen an die AVT</li> <li>• Methoden und Techniken der AVT</li> <li>• Fehlerbilder bei Baugruppen und Vermeidung von Fehlern</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse bei Baugruppen</li> <li>• Zuverlässigkeit von Avionik</li> <li>• COTS, ROTS, MOTS und das F<sup>3</sup>I-Konzept</li> <li>• Zukünftige Herausforderungen der Elektronik</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>Hanke, H.-J.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Leiterplatten. Verlag Technik, 1994</p> <p>Scheel, W.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Montage. Verlag Technik, 1999</p>

<b>Lehrveranstaltung L0749: Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke, Dr. Andreas Vahl, Dr. Uwe Wieczorek
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Methoden der Zuverlässigkeit und Sicherheit (Regelwerke, Nachweisforderungen)</li> <li>• Grundlagen zur Analyse der Zuverlässigkeitsanalyse (FMEA, Fehlerbaum, Funktions- und Gefahrenanalyse)</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse von elektrischen und mechanischen Systemen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS 25.1309</li> <li>• SAE ARP 4754</li> <li>• SAE ARP 4761</li> </ul>

Modul M0565: Mechatronische Systeme			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Elektro- und Kontromechanik (L0174)	Vorlesung	2	2
Elektro- und Kontromechanik (L1300)	Gruppenübung	1	2
Fachlabor Mechatronik (L0196)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Uwe Weltin		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Mechanik, Elektromechanik und Regelungstechnik		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	Der Studierende kann Methoden und Berechnungen zum mechatronischen Entwerfen, Modellieren, Simulieren und Optimieren beschreiben und kann Methoden zum Verifizieren und Validieren wiedergeben.		
<i>Fertigkeiten</i>	Der Studierende kann mechatronische Experimente planen und durchführen. Der Studierende kann Modelle für mechatronische Systeme erstellen, Simulationen und Optimierungen mechatronischer Modelle durchführen.		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	Der Studierende kann lösungsorientiert in heterogenen Kleingruppen arbeiten und erlernt und vertieft das gegenseitige Helfen und das Definieren von Aufgaben innerhalb der Gruppe.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Der Studierende ist fähig, mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Aufgaben zu lösen. Der Studierende ist in der Lage, selbständig ein mechatronisches Experiment zu planen, durchzuführen und dessen Ergebnisse zusammenzufassen.		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Ordnung</b>	<b>Art der Studienleistung</b> <b>Beschreibung</b>
	Ja	Keiner	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht		

<b>Lehrveranstaltung L0174: Electro- and Contromechanics</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Introduction to methodical design of mechatronic systems: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelling</li> <li>• System identification</li> <li>• Simulation</li> <li>• Optimization</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Denny Miu: Mechatronics, Springer 1992 Rolf Isermann: Mechatronic systems : fundamentals, Springer 2003

<b>Lehrveranstaltung L1300: Electro- and Contromechanics</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L0196: Fachlabor Mechatronik</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Modellierung in MATLAB <sup>®</sup> und Simulink <sup>®</sup> Reglerentwurf (Linear, Nichtlinear, Beobachter) Parameteridentifikation Regelung eines realen Systems mittels Echtzeitboard und Simulink <sup>®</sup> RTW
<b>Literatur</b>	- Abhängig vom Versuchsaufbau - Depends on the experiment

## Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (L0576)	Vorlesung	2	3
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (L0582)	Gruppenübung	2	3

**Modulverantwortlicher** Prof. Sabine Le Borne

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse**

- Mathematik I, II, III für Ingenieurstudierende (deutsch oder englisch) oder Analysis & Lineare Algebra I + II sowie Analysis III für Technomathematiker
- MATLAB Grundkenntnisse

**Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>numerische Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen benennen und deren Kernideen erläutern,</li> <li>Konvergenzaussagen (inklusive der an das zugrundeliegende Problem gestellten Voraussetzungen) zu den behandelten numerischen Verfahren wiedergeben,</li> <li>Aspekte der praktischen Durchführung numerischer Verfahren erklären.</li> <li>Wählen Sie die entsprechende numerische Methode für konkrete Probleme, implementieren die numerischen Algorithmen effizient und interpretieren die numerischen Ergebnisse</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>numerische Methoden zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen in MATLAB zu implementieren, anzuwenden und zu vergleichen,</li> <li>das Konvergenzverhalten numerischer Methoden in Abhängigkeit vom gestellten Problem und des verwendeten Lösungsalgorithmus zu begründen,</li> <li>zu gegebener Problemstellung einen geeigneten Lösungsansatz zu entwickeln, gegebenenfalls durch Zusammensetzen mehrerer Algorithmen, diesen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch auszuwerten.</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten, sich theoretische Grundlagen erklären sowie bei praktischen Implementierungsaspekten der Algorithmen unterstützen.</li> </ul>
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen,</li> <li>ihren Lernstand konkret zu beurteilen und gegebenenfalls gezielt Fragen zu stellen und Hilfe zu suchen.</li> </ul>

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: Vertiefung I. Numerics (TUHH): Pflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L0576: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Christian Seifert
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Numerische Verfahren für Anfangswertprobleme <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschrittverfahren</li> <li>• Mehrschrittverfahren</li> <li>• Steife Probleme</li> <li>• Differentiell-algebraische Gleichungen vom Index 1</li> </ul> Numerische Verfahren für Randwertaufgaben <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrzielmethode</li> <li>• Differenzenverfahren</li> <li>• Variationsmethoden</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hairer, S. Noersett, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations I: Nonstiff Problems</li> <li>• E. Hairer, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations II: Stiff and Differential-Algebraic Problems</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0582: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Sabine Le Borne, Dr. Christian Seifert
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0808: Finite Elements Methods			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Finite-Elemente-Methoden (L0291)	Vorlesung	2	3
Finite-Elemente-Methoden (L0804)	Hörsaalübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Otto von Estorff		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	The students possess an in-depth knowledge regarding the derivation of the finite element method and are able to give an overview of the theoretical and methodical basis of the method.		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	The students are capable to handle engineering problems by formulating suitable finite elements, assembling the corresponding system matrices, and solving the resulting system of equations.		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<b>Selbstständigkeit</b>	The students are able to independently solve challenging computational problems and develop own finite element routines. Problems can be identified and the results are critically scrutinized.		
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Anteil</b>	<b>Art der Studienleistung</b>
	Nein	20 %	Midterm
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min		
<b>Zuordnung zu folgenden</b>	Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht		

<b>Curricula</b>	Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht
------------------	---

Lehrveranstaltung L0291: Finite Element Methods	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- General overview on modern engineering</li> <li>- Displacement method</li> <li>- Hybrid formulation</li> <li>- Isoparametric elements</li> <li>- Numerical integration</li> <li>- Solving systems of equations (statics, dynamics)</li> <li>- Eigenvalue problems</li> <li>- Non-linear systems</li> <li>- Applications</li>   <li>- Programming of elements (Matlab, hands-on sessions)</li> <li>- Applications</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Bathe, K.-J. (2000): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin

Lehrveranstaltung L0804: Finite Element Methods	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1091: Flugführung und Flugregelung

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft (L1310)	Vorlesung	3	3
Einführung in die Flugführung (L0848)	Vorlesung	3	2
Einführung in die Flugführung (L0854)	Hörsaalübung	1	1
Flugregelung (L2374)	Vorlesung	2	2
Flugregelung (L2375)	Gruppenübung	1	1

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Volker Gollnick
------------------------------	-----------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Mech. Eng.</li> <li>• Vordiplom Maschinenbau</li> <li>• Vorlesung Lufttransportsysteme</li> </ul>
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen der Flugsicherung</li> <li>2. Auslegung und Modellierung von Verkehrsflüssen, Avionik- und Sensorsystemen, Cockpitauslegung</li> <li>3. Grundlagen des Aufbaus von Regelungen für Luftfahrzeuge</li> <li>4. Luftfahrzeuge als Regelstrecke</li> <li>5. Dynamische und Technische Elemente für Regelungen</li> <li>6. Aufbau und Auslegung von Regelungen zur Stabilisierung, Bahnführung, Navigation von Luftfahrzeugen</li> </ol>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen verschiedenster interdisziplinärer Wechselwirkungen</li> <li>• Fähigkeit zur Integration und Bewertung neuer Technologien in das Lufttransportsystem</li> <li>• Fähigkeit zur Modellierung und Bewertung von Flugführungssystemen</li> <li>• Planung und Betrieb von Flugzeugflotten in einer Airline</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten in interdisziplinären Teams</li> <li>• Kommunikation</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	Organisation von Arbeitsabläufen und -strategien

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 40, Präsenzstudium 140
----------------------------------	-------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Studienleistung</b>	Keine
------------------------	-------

<b>Prüfung</b>	Klausur
----------------	---------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min
----------------------------------	---------

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II.
---	---

Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht  
 Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und  
 Mobilität: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L1310: Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Dr. Karl Echtermeyer
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung und Überblick</li> <li>2. Geschäftsmodelle von Luftverkehrsgesellschaften</li> <li>3. Interdependenzen der Flugplanung (Netzwerkmanagement, Slot Management, Netzstrukturen, Umlaufplanung)</li> <li>4. Operative Flugvorbereitung (Beladung, Nutzlast/Reichweite, etc.)</li> <li>5. Flottenpolitik</li> <li>6. Flugzeugbewertung und Flottenplanung</li> <li>7. Aufbau und Organisation einer Luftverkehrsgesellschaft</li> <li>8. Instandhaltung von Flugzeugen</li> </ol>
<b>Literatur</b>	Volker Gollnick, Dieter Schmitt: The Air Transport System, Springer Berlin Heidelberg New York, 2014 Paul Clark: Buying the big jets, Ashgate 2008 Mike Hirst: The Air Transport System, AIAA, 2008

<b>Lehrveranstaltung L0848: Einführung in die Flugführung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 18, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Einführung und Motivation Flugführungsprinzipien (Luftraumstrukturen, Organisation der Flugsicherung, etc.) Navigation Funknavigation Satellitennavigation Grundlagen der Flugmeßtechnik Positionsmessung (geometrische Verfahren, Entfernungsmessung, Richtungsmessung) Bestimmung der Fluglage (Magnetfeld- und Trägheitssensoren) Geschwindigkeitsmessung Luftraumüberwachung (Radarsysteme) Kommunikationssysteme Avionikarchitekturen (Computersysteme, Bussysteme) Cockpitsysteme (Cockpitgestaltung, Cockpitausrüstung)
<b>Literatur</b>	Rudolf Brockhaus, Robert Luckner, Wolfgang Alles: "Flugregelung", Springer Berlin Heidelberg New York, 2012 Holger Flühr: "Avionik und Flugsicherungssysteme", Springer Berlin Heidelberg New York, 2013 Volker Gollnick, Dieter Schmitt "Air Transport Systems", Springer Berlin Heidelberg New York, 2014

<b>Lehrveranstaltung L0854: Einführung in die Flugführung</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L2374: Flugregelung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Die Lehrveranstaltung vermittelt Wissen rund um die Beschreibung von Luftfahrzeugen als Regelstrecke sowie die Gestaltung und Auslegung/Optimierung von Reglern zur Stabilisierung, Lagehaltung, Flugzustandshaltung und Führung des Luftfahrzeugs. Mit der Vorlesung wird die Fähigkeit vermittelt, daß Luftfahrzeug als Regelstrecke zu beschreiben und zu verstehen sowie darauf aufbauend geeignete Regelungsstrukturen zur automatisierten Führung des Luftfahrzeugs auf verschiedenen Ebenen auszulegen. Hierzu werden zudem geeignete Auslegungsverfahren Riccati-Entwurf, H2Hinfinity, etc. vorgestellt.
<b>Literatur</b>	Brockhaus, Alles, Luckner: Flugregelung, Springer Verlag, 2011 R.P.G Collinson: Introduction to Avionics Systems, Springer Verlag, 2011

<b>Lehrveranstaltung L2375: Flugregelung</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen

### Lehrveranstaltungen

<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik (L1557)	Vorlesung	2	2
Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik (L1558)	Gruppenübung	1	1
Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML (L1551)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	3	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Ralf God
------------------------------	----------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<p>Grundlegende Kenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul> <p>Vorkenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systems Engineering</li> </ul>
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau und die Funktionsweise von Rechnerarchitekturen beschreiben</li> <li>• den Aufbau und die Funktionsweise von digitalen Kommunikationsnetzwerken erläutern</li> <li>• Architekturen von Kabinenelektronik, integrierter modularer Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN) erklären</li> <li>• das Vorgehen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) beim Entwurf von hardware- und softwarebasierten Kabinensystemen verstehen</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen Minicomputer verstehen, in Betrieb nehmen und betreiben</li> <li>• eine Netzwerkkommunikation aufbauen und mit einem anderen Netzwerkteilnehmer kommunizieren</li> <li>• einen Minicomputer mit einem Kabinenmanagementsystem (A380 CIDS) verbinden und über ein AFDX®-Netzwerk kommunizieren</li> <li>• Systemfunktionen mittels der formalen Sprachen SysML/UML modellieren und aus den Modellen Softwarecode generieren</li> <li>• Softwarecode auf einem Minicomputer ausführen</li> </ul>
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilergebnisse praktisch und selbst erarbeiten und mit anderen zu einer Gesamtlösung zusammenführen</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ihre praktischen Aufgaben organisieren und planen</li> </ul>

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
----------------------------------	------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Studienleistung</b>	Keine
------------------------	-------

<b>Prüfung</b>	Klausur
----------------	---------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	<p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht                  Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und                  Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht                  Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Pflicht                  Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II.                  Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung                  Produktentwicklung: Wahlpflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion:                  Wahlpflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe:                  Wahlpflicht                  Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht                  Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik:                  Wahlpflicht</p>

<b>Lehrveranstaltung L1557: Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Computer- und Kommunikationstechnik bei elektronischen Systemen in der Kabine und im Flugzeug. Software, mechanische und elektronische Systemkomponenten wirken heute so intensiv zusammen, dass dies für den Systemtechniker ein grundlegendes Verständnis von Kabinenelektronik und Avionik erfordert.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zum Aufbau und der Funktionsweise von Computern und Datennetzwerken und fokussiert dann auf aktuelle Prinzipien und Anwendungen bei integrierter modularer Avionik (IMA), Aircraft Data Communication Networks (ADCN), Kabinenelektronik und Kabinennetzwerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie der Computer- und Netzwerktechnik</li> <li>• Schichtenmodell in der Computertechnik</li> <li>• Rechnerarchitekturen (PC, IPC, Embedded Systeme)</li> <li>• BIOS, UEFI und Betriebssystem (OS)</li> <li>• Programmiersprachen (Maschinencode und Hochsprachen)</li> <li>• Applikationen und Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung</li> <li>• Externe Schnittstellen (seriell, USB, Ethernet)</li> <li>• Schichtenmodell in der Netzwerktechnik</li> <li>• Netzwerktopologien</li> <li>• Netzwerkkomponenten</li> <li>• Buszugriffsverfahren</li> <li>• Integrierte modulare Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN)</li> <li>• Kabinenelektronik und Kabinennetzwerke</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Schnabel, P.: Computertechnik-Fibel: Grundlagen Computertechnik, Mikroprozessortechnik, Halbleiterspeicher, Schnittstellen und Peripherie. Books on Demand; 1. Auflage, 2003</li> <li>- Schnabel, P.: Netzwerktechnik-Fibel: Grundlagen, Übertragungstechnik und Protokolle, Anwendungen und Dienste, Sicherheit. Books on Demand; 1. Auflage, 2004</li> <li>- Wüst, K.: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen und Programmierung von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Vieweg Verlag; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2006</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1558: Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Kabinenelektronik und Kabinennetzwerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie der Computer- und Netzwerktechnik</li> <li>• Schichtenmodell in der Computertechnik</li> <li>• Rechnerarchitekturen (PC, IPC, Embedded Systeme)</li> <li>• BIOS, UEFI und Betriebssystem (OS)</li> <li>• Programmiersprachen (Maschinencode und Hochsprachen)</li> <li>• Applikationen und Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung</li> <li>• Externe Schnittstellen (seriell, USB, Ethernet)</li> <li>• Schichtenmodell in der Netzwerktechnik</li> <li>• Netzwerktopologien</li> <li>• Netzwerkkomponenten</li> <li>• Buszugriffsverfahren</li> <li>• Integrierte modulare Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN)</li> <li>• Kabinenelektronik und Kabinennetzwerke</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Schnabel, P.: Computertechnik-Fibel: Grundlagen Computertechnik, Mikroprozessortechnik, Halbleiterspeicher, Schnittstellen und Peripherie. Books on Demand; 1. Auflage, 2003</li> <li>- Schnabel, P.: Netzwerktechnik-Fibel: Grundlagen, Übertragungstechnik und Protokolle, Anwendungen und Dienste, Sicherheit. Books on Demand; 1. Auflage, 2004</li> <li>- Wüst, K.: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen und Programmierung von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Vieweg Verlag; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2006</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1551: Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God, Dr. Sylvia Melzer
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziele der problemorientierten Lehrveranstaltung sind der Erwerb von Kenntnissen zum Vorgehen beim Systementwurf mittels der formalen Sprachen SysML/UML, das Kennenlernen von Werkzeugen zur Modellierung und schließlich die Durchführung eines Projekts mit Methoden und Werkzeugen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) auf einer realistischen Hardwareplattform (z.B. Arduino®, Raspberry Pi®):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist ein Modell?</li> <li>• Was ist Systems Engineering?</li> <li>• Überblick zu MBSE Methodiken</li> <li>• Die Modellierungssprachen SysML/UML</li> <li>• Werkzeuge für das MBSE</li> <li>• Vorgehensweisen beim MBSE</li> <li>• Anforderungsspezifikation, funktionale Architektur, Lösungsspezifikation</li> <li>• Vom Modell zum Softwarecode</li> <li>• Validierung und Verifikation: XiL-Methoden</li> <li>• Begleitendes MBSE-Projekt</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Weilkiens, T.: Systems Engineering mit SysML/UML: Modellierung, Analyse, Design. 2. Auflage, dpunkt.Verlag, 2008</li> <li>- Holt, J., Perry, S.A., Brownword, M.: Model-Based Requirements Engineering. Institution Engineering &amp; Tech, 2011</li> </ul>

## Modul M1204: Modellierung und Optimierung in der Dynamik

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Flexible Mehrkörpersysteme (L1632)	Vorlesung	2	3
Optimierung dynamischer Systeme (L1633)	Vorlesung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Robert Seifried
------------------------------	-----------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mathematik I, II, III</li> <li>Mechanik I, II, III, IV</li> <li>Simulation dynamischer Systeme</li> </ul>
---------------------------------	--

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	Studierenden besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls grundlegende Kenntnis und Verständnis der Modellierung, Simulation und Analyse komplexer starrer und flexibler Mehrkörpersysteme und Methoden zur Optimierung dynamischer Systeme.
<i>Wissen</i>	
<b>Fertigkeiten</b>	Die Studierenden sind in der Lage + ganzheitlich zu Denken + grundlegende Problemstellungen aus der Dynamik starrer und flexibler Mehrkörpersysteme selbständig, sicher, kritisch und bedarfsgerecht zu analysieren und zu optimieren + dynamische Problem mathematisch zu beschreiben + dynamische Probleme zu optimieren
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen Aufgaben lösen und die Arbeitsergebnisse dokumentieren.
<i>Sozialkompetenz</i>	
<b>Selbstständigkeit</b>	Studierende sind fähig + ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben einzuschätzen. + sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen.
<i>Selbstständigkeit</i>	

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Studienleistung</b>	Keine
------------------------	-------

<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung
----------------	-------------------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L1632: Flexible Mehrkörpersysteme</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Robert Seifried, Dr. Alexander Held
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen von Mehrkörpersystemen</li> <li>2. Kontinuumsmechanische Grundlagen</li> <li>3. Lineare finite Elemente Modelle und Modellreduktion</li> <li>4. Nichtlineare finite Elemente Modelle: Absolute Nodal Coordinate Formulation</li> <li>5. Kinematik eines elastischen Körpers</li> <li>6. Kinetik eines elastischen Körpers</li> <li>7. Zusammenbau des Gesamtsystems</li> </ol>
<b>Literatur</b>	Schwertassek, R. und Wallrapp, O.: Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme. Braunschweig, Vieweg, 1999. Seifried, R.: Dynamics of Underactuated Multibody Systems, Springer, 2014. Shabana, A.A.: Dynamics of Multibody Systems. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2004, 3. Auflage.

<b>Lehrveranstaltung L1633: Optimierung dynamischer Systeme</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Robert Seifried
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulierung des Optimierungsproblems und Klassifikation</li> <li>2. Skalare Optimierung</li> <li>3. Sensitivitätsanalyse</li> <li>4. Parameteroptimierung ohne Nebenbedingungen</li> <li>5. Parameteroptimierung mit Nebenbedingungen</li> <li>6. Stochastische Optimierungsverfahren</li> <li>7. Mehrkriterienoptimierung</li> <li>8. Topologieoptimierung</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<p>Bestle, D.: Analyse und Optimierung von Mehrkörpersystemen. Springer, Berlin, 1994.</p> <p>Nocedal, J. , Wright , S.J. : Numerical Optimization. New York: Springer, 2006.</p>

## Modul M1213: Avionik sicherheitskritischer Systeme

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1640)	Vorlesung	2	3
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1641)	Gruppenübung	1	1
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1652)	Laborpraktikum	1	2

<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Martin Halle
------------------------------	------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>Mathematik</li> <li>Elektrotechnik</li> <li>Informatik</li> </ul>
---------------------------------	--

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>die wichtigsten Komponenten und Konzepte sicherheitskritischer Avionik beschreiben</li> <li>die Prozesse und Standards der sicherheitskritischen Softwareentwicklung benennen</li> <li>das Prinzip der Integrierten Modularen Avionik darstellen</li> <li>Avionik-relevante Hardware und Bussysteme vergleichen</li> <li>die Schwierigkeiten bei der Entwicklung eines sicherheitskritischen Avioniksystems richtig einschätzen</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<b>Fertigkeiten</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>Echtzeithardware und -simulationen bedienen</li> <li>A653-Applikationen programmieren</li> <li>Avionikarchitekturen im begrenzten Maße planen</li> <li>Testskripte entwickeln und Testergebnisse beurteilen</li> </ul>
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>in gemischten Teams gemeinschaftlich Lösungen erarbeiten</li> <li>sich formal mit andern Teams austauschen</li> <li>Entwicklungsergebnisse geeignet vorstellen</li> </ul>
<i>Sozialkompetenz</i>	
<b>Selbstständigkeit</b>	Studierende können: <ul style="list-style-type: none"> <li>Systemanforderungen an avionische Systeme verstehen</li> <li>selbständig System-Lösungen für sicherheitskritische Avionik konzipieren</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung

<b>Studienleistung</b>	Ja                      Keiner                      Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L1640: Avionik sicherheitskritischer Systeme</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Halle
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Avionik als Flugelektronik ist die Grundlage für alle Flugzeugfunktionen und eine Hauptquelle für Innovationen. Da es sich bei Flugsteuerung und anderen Systemkontrollern um hochgradig sicherheitskritische Funktionen handelt, unterliegen die Entwicklung von Hardware und Software besonderen Einschränkungen, Techniken und Prozessen. Diese zu verstehen und anzuwenden ist unabdingbar für jeden Systementwickler oder Informationstechniker in der Luftfahrt. Praxisnah werden Risiken und Techniken von sicherheitskritischer Hard- und Softwareentwicklung, Avionikkomponenten, sowie Integration und Test vermittelt. Ein Schwerpunkt ist die Integrierten Modularen Avionik (IMA). Die Vorlesung wird begleitet von einer Pflichtübung mit Laborversuchen.</p> <p>Inhalt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Überblick und Grundlagen</li> <li>2. Geschichte und Flugsteuerung</li> <li>3. Konzepte und Redundanz</li> <li>4. Digitale Rechner</li> <li>5. Schnittstellen und Signale</li> <li>6. Busse</li> <li>7. Netzwerke</li> <li>8. Flugzeug-Cockpit</li> <li>9. Softwareentwicklung</li> <li>10. Modellbasierte Entwicklung</li> <li>11. Integrierte Modulare Avionik 1</li> <li>12. Integrierte Modulare Avionik 2</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moir, I.; Seabridge, A. &amp; Jukes, M., Civil Avionics Systems Civil Avionics Systems, John Wiley &amp; Sons, Ltd, 2013</li> <li>• Spitzer, C. R. Spitzer, Digital Avionics Handbook, CRC Press, 2007</li> <li>• FAA, Advanced Avionics Handbook U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2009</li> <li>• Moir, I. &amp; Seabridge, A. Aircraft Systems, Wiley, 2008, 3</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1641: Avionik sicherheitskritischer Systeme</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Halle
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L1652: Avionik sicherheitskritischer Systeme</b>	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Halle
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M0832: Advanced Topics in Control

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L0661)	Vorlesung	2	3
Ausgewählte Themen der Regelungstechnik (L0662)	Gruppenübung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Herbert Werner
------------------------------	----------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None
----------------------------------	------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	H-infinity optimal control, mixed-sensitivity design, linear matrix inequalities
---------------------------------	--

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain the advantages and shortcomings of the classical gain scheduling approach</li> <li>• They can explain the representation of nonlinear systems in the form of quasi-LPV systems</li> <li>• They can explain how stability and performance conditions for LPV systems can be formulated as LMI conditions</li> <li>• They can explain how gridding techniques can be used to solve analysis and synthesis problems for LPV systems</li> <li>• They are familiar with polytopic and LFT representations of LPV systems and some of the basic synthesis techniques associated with each of these model structures</li> </ul>
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain how graph theoretic concepts are used to represent the communication topology of multiagent systems</li> <li>• They can explain the convergence properties of first order consensus protocols</li> <li>• They can explain analysis and synthesis conditions for formation control loops involving either LTI or LPV agent models</li> </ul>
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can explain the state space representation of spatially invariant distributed systems that are discretized according to an actuator/sensor array</li> <li>• They can explain (in outline) the extension of the bounded real lemma to such distributed systems and the associated synthesis conditions for distributed controllers</li> <li>• Students are capable of constructing LPV models of nonlinear plants and carry out a mixed-sensitivity design of gain-scheduled controllers; they can do this using polytopic, LFT or general LPV models</li> <li>• They are able to use standard software tools (Matlab robust control toolbox) for these tasks</li> <li>• Students are able to design distributed formation controllers for groups of agents with either LTI or LPV dynamics, using Matlab tools provided</li> <li>• Students are able to design distributed controllers for spatially</li> </ul>

<p><b>Personale Kompetenzen</b></p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<p>interconnected systems, using the Matlab MD-toolbox</p> <p>Students can work in small groups and arrive at joint results.</p> <p>Students are able to find required information in sources provided (lecture notes, literature, software documentation) and use it to solve given problems.</p>
<p><b>Arbeitsaufwand in Stunden</b></p>	<p>Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56</p>
<p><b>Leistungspunkte</b></p>	<p>6</p>
<p><b>Studienleistung</b></p>	<p>Keine</p>
<p><b>Prüfung</b></p>	<p>Mündliche Prüfung</p>
<p><b>Prüfungsdauer und -umfang</b></p>	<p>30 min</p>
<p><b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b></p>	<p>Computer Science: Vertiefung Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht                      Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht                      Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht                      Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Wahlpflicht                      Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht                      Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht                      Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht                      Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht                      Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht                      Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht                      Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht                      Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht                      Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht                      Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht</p>

Lehrveranstaltung L0661: Advanced Topics in Control	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Herbert Werner
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear Parameter-Varying (LPV) Gain Scheduling                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Linearizing gain scheduling, hidden coupling</li> <li>- Jacobian linearization vs. quasi-LPV models</li> <li>- Stability and induced L2 norm of LPV systems</li> <li>- Synthesis of LPV controllers based on the two-sided projection lemma</li> <li>- Simplifications: controller synthesis for polytopic and LFT models</li> <li>- Experimental identification of LPV models</li> <li>- Controller synthesis based on input/output models</li> <li>- Applications: LPV torque vectoring for electric vehicles, LPV control of a robotic manipulator</li> </ul> </li> <li>• Control of Multi-Agent Systems                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Communication graphs</li> <li>- Spectral properties of the graph Laplacian</li> <li>- First and second order consensus protocols</li> <li>- Formation control, stability and performance</li> <li>- LPV models for agents subject to nonholonomic constraints</li> <li>- Application: formation control for a team of quadrotor helicopters</li> </ul> </li> <li>• Control of Spatially Interconnected Systems                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multidimensional signals, l2 and L2 signal norm</li> <li>- Multidimensional systems in Roesser state space form</li> <li>- Extension of real-bounded lemma to spatially interconnected systems</li> <li>- LMI-based synthesis of distributed controllers</li> <li>- Spatial LPV control of spatially varying systems</li> <li>- Applications: control of temperature profiles, vibration damping for an actuated beam</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werner, H., Lecture Notes "Advanced Topics in Control"</li> <li>• Selection of relevant research papers made available as pdf documents via StudIP</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0662: Advanced Topics in Control	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Herbert Werner
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Modul M0563: Robotics</b>	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Titel</b>	<b>Typ</b> <b>SWS</b> <b>LP</b>
Robotik: Modellierung und Regelung (L0168)	Vorlesung                      3                      3
Robotik: Modellierung und Regelung (L1305)	Gruppenübung                      2                      3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Fundamentals of electrical engineering Broad knowledge of mechanics Fundamentals of control theory
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	
<i>Wissen</i>	Students are able to describe fundamental properties of robots and solution approaches for multiple problems in robotics.
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to derive and solve equations of motion for various manipulators. Students can generate trajectories in various coordinate systems.
<b>Personale Kompetenzen</b>	Students can design linear and partially nonlinear controllers for robotic manipulators.
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to work goal-oriented in small mixed groups.
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to recognize and improve knowledge deficits independently. With instructor assistance, students are able to evaluate their own knowledge level and define a further course of study.
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L0168: Robotics: Modelling and Control</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Fundamental kinematics of rigid body systems Newton-Euler equations for manipulators Trajectory generation Linear and nonlinear control of robots
<b>Literatur</b>	Craig, John J.: Introduction to Robotics Mechanics and Control, Third Edition, Prentice Hall. ISBN 0201-54361-3 Spong, Mark W.; Hutchinson, Seth; Vidyasagar, M. : Robot Modeling and Control. WILEY. ISBN 0-471-64990-2

<b>Lehrveranstaltung L1305: Robotics: Modelling and Control</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Fachmodule der Vertiefung Kabinensysteme

In der Vertiefungsrichtung Kabinensysteme erlernen die Studierenden Fragestellungen zur Entwicklung von Flugzeugkabinensystemen und zu deren Einsatz und Betrieb systematisch zu bearbeiten. Die Flugzeugkabine mit dem Kabinenmanagementsystem stellt das für den Passagiertransport zentrale Arbeitssystem dar. Im Fokus der Vertiefung steht der Entwurf elektronischer Kabinen- und Kommunikationssysteme mit Methoden des Model-Based Systems Engineering (MBSE). Klimaanlage, Akustik, Konstruktionsmethoden mit Verbundwerkstoffen und Methoden der integrierten Produktentwicklung sind weitere wichtige Aspekte zur Vertiefung der Kabinenentwicklung. Der Flughafenbetrieb und der Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft runden mit den Flughafen- und Betriebsprozessen das operative Umfeld ab. Die Studierenden verfügen über breite Kenntnisse zu Entwicklungsmethoden für komplexe Systeme, können Anforderungen formulieren, Funktionen und Architekturen für hardware- und softwarebasierte System entwerfen, Lösungen modellieren und simulieren. Sie kennen dazu geeignete Werkzeuge und Methoden und beherrschen vom Systementwurf über die Systemintegration bis hin zur Validierung und Verifikation den gesamten Systementwicklungsprozess.

### Modul M1032: Flughafenplanung und Betrieb

#### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Flughafenbetrieb (L1276)	Vorlesung	3	3
Flughafenplanung (L1275)	Vorlesung	2	2
Flughafenplanung (L1469)	Gruppenübung	1	1

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Volker Gollnick
------------------------------	-----------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Mech. Eng.</li> <li>• Vordiplom Maschinenbau</li> <li>• Vorlesung Lufttransportsysteme</li> </ul>
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rechtliche Grundlagen der Planung und des Betriebs eines Flughafens</li> <li>2. Auslegung eines Flughafens inkl. planungsrechtlicher Grundlagen</li> <li>3. Betrieb eines Flughafens im Terminal, auf dem Vorfeld</li> </ol>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen verschiedenster interdisziplinärer Wechselwirkungen</li> <li>• Fähigkeit zur Planung und Auslegung eines Flughafens</li> <li>• Fähigkeit zur Modellierung und Bewertung des Flughafenbetriebs</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten in interdisziplinären Teams</li> <li>• Kommunikation</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	Organisation von Arbeitsabläufen und -strategien

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
----------------------------------	------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Studienleistung</b>	Keine
------------------------	-------

<b>Prüfung</b>	Klausur
----------------	---------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L1276: Flughafenbetrieb</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Peter Willems (geb. Bießlich)
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	FA-F Flugbetrieb Flugbetrieb - Produktion Infrastruktur Betrieb Planung Masterplanung Flughafenkapazität Bodenverkehrsdienste Terminalbetrieb
<b>Literatur</b>	Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, McGraw Hill, 2003

<b>Lehrveranstaltung L1275: Flughafenplanung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Hüp
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung, Definitionen, Rahmen, Überblick</li> <li>2. Start- und Landebahnsysteme</li> <li>3. Luftraumstrukturen rund um den Flughafen</li> <li>4. Befeuerung, Markierungen, Beschilderung</li> <li>5. Vorfeld- und Terminalkonfigurationen</li> </ol>
<b>Literatur</b>	N. Ashford, Martin Stanton, Clifton Moore: Airport Operations, John Wiley & Sons, 1991 Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, Aviation Week Books, MacGraw Hill, 2003

<b>Lehrveranstaltung L1469: Flughafenplanung</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Hüp
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik (L1557)	Vorlesung	2	2
Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik (L1558)	Gruppenübung	1	1
Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML (L1551)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	3	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Ralf God
------------------------------	----------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<p>Grundlegende Kenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul> <p>Vorkenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systems Engineering</li> </ul>
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau und die Funktionsweise von Rechnerarchitekturen beschreiben</li> <li>• den Aufbau und die Funktionsweise von digitalen Kommunikationsnetzwerken erläutern</li> <li>• Architekturen von Kabinenelektronik, integrierter modularer Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN) erklären</li> <li>• das Vorgehen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) beim Entwurf von hardware- und softwarebasierten Kabinensystemen verstehen</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen Minicomputer verstehen, in Betrieb nehmen und betreiben</li> <li>• eine Netzwerkkommunikation aufbauen und mit einem anderen Netzwerkteilnehmer kommunizieren</li> <li>• einen Minicomputer mit einem Kabinenmanagementsystem (A380 CIDS) verbinden und über ein AFDX®-Netzwerk kommunizieren</li> <li>• Systemfunktionen mittels der formalen Sprachen SysML/UML modellieren und aus den Modellen Softwarecode generieren</li> <li>• Softwarecode auf einem Minicomputer ausführen</li> </ul>
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilergebnisse praktisch und selbst erarbeiten und mit anderen zu einer Gesamtlösung zusammenführen</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ihre praktischen Aufgaben organisieren und planen</li> </ul>

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
----------------------------------	------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Studienleistung</b>	Keine
------------------------	-------

<b>Prüfung</b>	Klausur
----------------	---------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	<p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht                  Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und                  Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht                  Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Pflicht                  Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II.                  Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung                  Produktentwicklung: Wahlpflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion:                  Wahlpflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe:                  Wahlpflicht                  Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht                  Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik:                  Wahlpflicht</p>

<b>Lehrveranstaltung L1557: Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Computer- und Kommunikationstechnik bei elektronischen Systemen in der Kabine und im Flugzeug. Software, mechanische und elektronische Systemkomponenten wirken heute so intensiv zusammen, dass dies für den Systemtechniker ein grundlegendes Verständnis von Kabinenelektronik und Avionik erfordert.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zum Aufbau und der Funktionsweise von Computern und Datennetzwerken und fokussiert dann auf aktuelle Prinzipien und Anwendungen bei integrierter modularer Avionik (IMA), Aircraft Data Communication Networks (ADCN), Kabinenelektronik und Kabinennetzwerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie der Computer- und Netzwerktechnik</li> <li>• Schichtenmodell in der Computertechnik</li> <li>• Rechnerarchitekturen (PC, IPC, Embedded Systeme)</li> <li>• BIOS, UEFI und Betriebssystem (OS)</li> <li>• Programmiersprachen (Maschinencode und Hochsprachen)</li> <li>• Applikationen und Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung</li> <li>• Externe Schnittstellen (seriell, USB, Ethernet)</li> <li>• Schichtenmodell in der Netzwerktechnik</li> <li>• Netzwerktopologien</li> <li>• Netzwerkkomponenten</li> <li>• Buszugriffsverfahren</li> <li>• Integrierte modulare Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN)</li> <li>• Kabinenelektronik und Kabinennetzwerke</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Schnabel, P.: Computertechnik-Fibel: Grundlagen Computertechnik, Mikroprozessortechnik, Halbleiterspeicher, Schnittstellen und Peripherie. Books on Demand; 1. Auflage, 2003</li> <li>- Schnabel, P.: Netzwerktechnik-Fibel: Grundlagen, Übertragungstechnik und Protokolle, Anwendungen und Dienste, Sicherheit. Books on Demand; 1. Auflage, 2004</li> <li>- Wüst, K.: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen und Programmierung von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Vieweg Verlag; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2006</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1558: Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Kabinenelektronik und Kabinennetzwerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie der Computer- und Netzwerktechnik</li> <li>• Schichtenmodell in der Computertechnik</li> <li>• Rechnerarchitekturen (PC, IPC, Embedded Systeme)</li> <li>• BIOS, UEFI und Betriebssystem (OS)</li> <li>• Programmiersprachen (Maschinencode und Hochsprachen)</li> <li>• Applikationen und Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung</li> <li>• Externe Schnittstellen (seriell, USB, Ethernet)</li> <li>• Schichtenmodell in der Netzwerktechnik</li> <li>• Netzwerktopologien</li> <li>• Netzwerkkomponenten</li> <li>• Buszugriffsverfahren</li> <li>• Integrierte modulare Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN)</li> <li>• Kabinenelektronik und Kabinennetzwerke</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Schnabel, P.: Computertechnik-Fibel: Grundlagen Computertechnik, Mikroprozessortechnik, Halbleiterspeicher, Schnittstellen und Peripherie. Books on Demand; 1. Auflage, 2003</li> <li>- Schnabel, P.: Netzwerktechnik-Fibel: Grundlagen, Übertragungstechnik und Protokolle, Anwendungen und Dienste, Sicherheit. Books on Demand; 1. Auflage, 2004</li> <li>- Wüst, K.: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen und Programmierung von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Vieweg Verlag; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2006</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1551: Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God, Dr. Sylvia Melzer
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziele der problemorientierten Lehrveranstaltung sind der Erwerb von Kenntnissen zum Vorgehen beim Systementwurf mittels der formalen Sprachen SysML/UML, das Kennenlernen von Werkzeugen zur Modellierung und schließlich die Durchführung eines Projekts mit Methoden und Werkzeugen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) auf einer realistischen Hardwareplattform (z.B. Arduino®, Raspberry Pi®):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist ein Modell?</li> <li>• Was ist Systems Engineering?</li> <li>• Überblick zu MBSE Methodiken</li> <li>• Die Modellierungssprachen SysML/UML</li> <li>• Werkzeuge für das MBSE</li> <li>• Vorgehensweisen beim MBSE</li> <li>• Anforderungsspezifikation, funktionale Architektur, Lösungsspezifikation</li> <li>• Vom Modell zum Softwarecode</li> <li>• Validierung und Verifikation: XiL-Methoden</li> <li>• Begleitendes MBSE-Projekt</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Weilkiens, T.: Systems Engineering mit SysML/UML: Modellierung, Analyse, Design. 2. Auflage, dpunkt.Verlag, 2008</li> <li>- Holt, J., Perry, S.A., Brownword, M.: Model-Based Requirements Engineering. Institution Engineering &amp; Tech, 2011</li> </ul>

M o d u l M1091: Flugführung und Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft (L1310)	Vorlesung	3	3
Einführung in die Flugführung (L0848)	Vorlesung	3	2
Einführung in die Flugführung (L0854)	Hörsaalübung	1	1
Flugregelung (L2374)	Vorlesung	2	2
Flugregelung (L2375)	Gruppenübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Volker Gollnick		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Mech. Eng.</li> <li>• Vordiplom Maschinenbau</li> <li>• Vorlesung Lufttransportsysteme</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>			
<i>Wissen</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen der Flugsicherung</li> <li>2. Auslegung und Modellierung von Verkehrsflüssen, Avionik- und Sensorsystemen, Cockpitauslegung</li> <li>3. Grundlagen der Organisation und des Betriebs einer Luftverkehrsgesellschaft</li> <li>4. Flottenplanung, Flotteneinsatz und Flugzeugauswahl, Maintenance Repair Overhaul Technologien und Geschäft</li> </ol>		
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen verschiedenster interdisziplinärer Wechselwirkungen</li> <li>• Fähigkeit zur Integration und Bewertung neuer Technologien in das Lufttransportsystem</li> <li>• Fähigkeit zur Modellierung und Bewertung von Flugführungssystemen</li> <li>• Planung und Betrieb von Flugzeugflotten in einer Airline</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten in interdisziplinären Teams</li> <li>• Kommunikation</li> </ul>		
<i>Selbstständigkeit</i>	Organisation von Arbeitsabläufen und -strategien		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 40, Präsenzstudium 140		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min		
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtssysteme: Wahlpflicht		

Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L1310: Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Dr. Karl Echtermeyer
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung und Überblick</li> <li>2. Geschäftsmodelle von Luftverkehrsgesellschaften</li> <li>3. Interdependenzen der Flugplanung (Netzwerkmanagement, Slot Management, Netzstrukturen, Umlaufplanung)</li> <li>4. Operative Flugvorbereitung (Beladung, Nutzlast/Reichweite, etc.)</li> <li>5. Flottenpolitik</li> <li>6. Flugzeugbewertung und Flottenplanung</li> <li>7. Aufbau und Organisation einer Luftverkehrsgesellschaft</li> <li>8. Instandhaltung von Flugzeugen</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<p>Volker Gollnick, Dieter Schmitt: The Air Transport System, Springer Berlin Heidelberg New York, 2014</p> <p>Paul Clark: Buying the big jets, Ashgate 2008</p> <p>Mike Hirst: The Air Transport System, AIAA, 2008</p>

<b>Lehrveranstaltung L0848: Einführung in die Flugführung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 18, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Einführung und Motivation Flugführungsprinzipien (Luftraumstrukturen, Organisation der Flugsicherung, etc.) Navigation Funknavigation Satellitennavigation Grundlagen der Flugmeßtechnik Positionsmessung (geometrische Verfahren, Entfernungsmessung, Richtungsmessung) Bestimmung der Fluglage (Magnetfeld- und Trägheitssensoren) Geschwindigkeitsmessung Luftraumüberwachung (Radarsysteme) Kommunikationssysteme Avionikarchitekturen (Computersysteme, Bussysteme) Cockpitsysteme (Cockpitgestaltung, Cockpitausrüstung)</p>
<b>Literatur</b>	<p>Rudolf Brockhaus, Robert Luckner, Wolfgang Alles: "Flugregelung", Springer Berlin Heidelberg New York, 2012 Holger Flühr: "Avionik und Flugsicherungssysteme", Springer Berlin Heidelberg New York, 2013 Volker Gollnick, Dieter Schmitt "Air Transport Systems", Springer Berlin Heidelberg New York, 2014</p>

<b>Lehrveranstaltung L0854: Einführung in die Flugführung</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L2374: Flugregelung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Die Lehrveranstaltung vermittelt Wissen rund um die Beschreibung von Luftfahrzeugen als Regelstrecke sowie die Gestaltung und Auslegung/Optimierung von Reglern zur Stabilisierung, Lagehaltung, Flugzustandshaltung und Führung des Luftfahrzeugs. Mit der Vorlesung wird die Fähigkeit vermittelt, daß Luftfahrzeug als Regelstrecke zu beschreiben und zu verstehen sowie darauf aufbauend geeignete Regelungsstrukturen zur automatisierten Führung des Luftfahrzeugs auf verschiedenen Ebenen auszulegen. Hierzu werden zudem geeignete Auslegungsverfahren Riccati-Entwurf, H2Hinfinity, etc. vorgestellt.
<b>Literatur</b>	Brockhaus, Alles, Luckner: Flugregelung, Springer Verlag, 2011 R.P.G Collinson: Introduction to Avionics Systems, Springer Verlag, 2011

<b>Lehrveranstaltung L2375: Flugregelung</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M0805: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics )

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Technische Akustik I (Akustische Wellen, Lärmschutz, Psychoakustik) (L0516)	Vorlesung	2	3
Technische Akustik I (Akustische Wellen, Lärmschutz, Psychoakustik) (L0518)	Hörsaalübung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Otto von Estorff
------------------------------	------------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None
----------------------------------	------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)
---------------------------------	--

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	The students possess an in-depth knowledge in acoustics regarding acoustic waves, noise protection, and psycho acoustics and are able to give an overview of the corresponding theoretical and methodical basis.
<i>Wissen</i>	
<b>Fertigkeiten</b>	The students are capable to handle engineering problems in acoustics by theory-based application of the demanding methodologies and measurement procedures treated within the module.
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to independently solve challenging acoustical problems in the areas treated within the module. Possible conflicting issues and limitations can be identified and the results are critically scrutinized.

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Studienleistung</b>	Keine
------------------------	-------

<b>Prüfung</b>	Klausur
----------------	---------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min
----------------------------------	--------

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht
---	--

<b>Lehrveranstaltung L0516: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics )</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and Motivation</li> <li>- Acoustic quantities</li> <li>- Acoustic waves</li> <li>- Sound sources, sound radiation</li> <li>- Sound energy and intensity</li> <li>- Sound propagation</li> <li>- Signal processing</li> <li>- Psycho acoustics</li> <li>- Noise</li> <li>- Measurements in acoustics</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Cremer, L.; Heckl, M. (1996): Körperschall. Springer Verlag, Berlin Veit, I. (1988): Technische Akustik. Vogel-Buchverlag, Würzburg Veit, I. (1988): Flüssigkeitsschall. Vogel-Buchverlag, Würzburg

<b>Lehrveranstaltung L0518: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics )</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1043: Ausgewählte Themen der Flugzeug-Systemtechnik

### Lehrveranstaltungen

<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen - Strukturmechanik (L1514)	Vorlesung	2	3
Leichtbaupraktikum (L1258)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Luftsicherheit (L1549)	Vorlesung	2	2
Luftsicherheit (L1550)	Gruppenübung	1	1
Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung (L0950)	Vorlesung	2	2
Strahltriebwerke (L0908)	Vorlesung	2	3
Systemsimulation (L1820)	Vorlesung	2	2
Systemsimulation (L1821)	Hörsaalübung	1	2
Werkstoffprüfung (L0949)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L0176)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L1303)	Gruppenübung	1	2
Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen (L1554)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen (L1555)	Gruppenübung	1	1
Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen (L0749)	Vorlesung	2	3

**Modulverantwortlicher** Prof. Frank Thielecke

**Zulassungsvoraussetzungen** Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse** Grundlegende Kenntnisse in:

- Mathematik
- Mechanik
- Thermodynamik
- Elektrotechnik
- Hydraulik
- Regelungstechnik

**Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

**Fachkompetenz**

*Wissen*

- Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Spezialgebiete der Systemtechnik, des Lufttransportsystems und der Werkstoffwissenschaften zu verorten.
- Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen grundlegende Modelle und Verfahren erklären.
- Die Studierenden können forschungsbezogenes und technologisches Wissen miteinander in Beziehung setzen.

*Fertigkeiten*

Die Studierenden können in ausgewählten ingenieurtechnischen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz*

*Selbstständigkeit*

Studierende können selbstständig auswählen, welche Kenntnisse und Fähigkeiten sie durch die Wahl der geeigneten Fächer vertiefen.

**Arbeitsaufwand in Stunden** Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen

**Leistungspunkte** 6

Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht  
 Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht  
 Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L0310: Fatigue &amp; Damage Tolerance</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Flamm
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Design principles, fatigue strength, crack initiation and crack growth, damage calculation, counting methods, methods to improve fatigue strength, environmental influences
<b>Literatur</b>	Jaap Schijve, Fatigue of Structures and Materials. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 2001 E. Haibach. Betriebsfestigkeit Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. VDI-Verlag, Düsseldorf, 1989

<b>Lehrveranstaltung L1514: Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen - Strukturmechanik</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Benedikt Kriegesmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Grundlagen der Elastizitätstheorie anisotroper Körper</b></p> <p>Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen; Gleichgewicht; Kinematik; Verallgemeinertes Hookesches Gesetz</p> <p><b>Verhalten einer Laminat-Einzelschicht</b></p> <p>Materialgesetz der Einzelschicht; Anisotropie und Koppeleffekte; Materialsymmetrien; Ingenieurkonstanten; Ebener Spannungszustand; Transformationsregeln</p> <p><b>Grundlagen der Mikromechanik der Einzelschicht</b></p> <p>Repräsentative Einheitszelle; Ermittlung effektiver Materialkonstanten; Effektive Steifigkeiten der Laminat-Einzelschicht</p> <p><b>Klassische Laminattheorie</b></p>

	<p>Bezeichnungen und Laminat-Code; Kinematik und Verschiebungsfeld; Verzerrungen und Spannungen; Spannungsergebnisse; Konstitutive Gleichungen und Koppeffekte; Spezielle Lamine und deren Verhalten; Effektive Laminat-Eigenschaften</p> <p><b>Festigkeit von Laminaten</b></p> <p><b>Inhalt</b> Grundlegendes Konzept; Phänomenologische Versagenskriterien: Maximalkriterien, Tsai-Hill, Tsai-Wu, Puck, Hashin</p> <p><b>Biegung von Laminaten</b></p> <p>Differentialgleichungen; Randbedingungen; Naviersche Lösungen; Lévy'sche Lösungen</p> <p><b>Spannungskonzentrations-Probleme</b></p> <p>Randeffekte; Spannungskonzentrationen an Löchern, Rissen, Delaminationen; Aspekte der Versagensbewertung</p> <p><b>Stabilität dünnwandiger Laminat-Strukturen</b></p> <p>Beulen anisotroper Platten und Schalen; Einfluss des Lastfalles; Einfluss der Randbedingungen; Exakte transzendente Lösungen und deren Behandlung; Beulen ausgesteifter Lamine; Mindeststeifigkeiten; Lokales Beulen von Trägerprofilen</p> <p><b>Hausübung (Ausarbeitung erforderlich)</b></p> <p>Bewertung eines dünnwandigen Composite-Laminat-Trägers unter verschiedenen Auslegungskriterien</p>
<p><b>Literatur</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, aktuelle Auflage.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, , aktuelle Auflage.</li> <li>• Reddy, J.N., „Mechanics of Composite Laminated Plates and Shells“, CRC Publishing, Boca Raton et al., current edition.</li> <li>• Jones, R.M., „Mechanics of Composite Materials“, Scripta Book Co., Washington, current edition.</li> <li>• Timoshenko, S.P., Gere, J.M., „Theory of elastic stability“, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, current edition.</li> <li>• Turvey, G.J., Marshall, I.H., „Buckling and postbuckling of composite plates“, Chapman and Hall, London, current edition.</li> <li>• Herakovich, C.T., „Mechanics of fibrous composites“, John Wiley and Sons, Inc., New York, current edition.</li> <li>• Mittelstedt, C., Becker, W., „Strukturmechanik ebener Lamine“, aktuelle Auflage.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1258: Leichtbaupraktikum</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Dieter Krause
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Entwicklung eines Faserverbund-Sandwichbauteils</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeiten in die Themengebiete Faserkunststoffverbunde (FKV) und Leichtbau</li> <li>• Konstruktion und Auslegung eines FKV-Sandwich-Bauteils unter Anwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM)</li> <li>• Ermitteln von Werkstoffdaten an Materialproben</li> <li>• Eigenhändiger Bau der FKV-Struktur im Labor</li> <li>• Test der entwickelten Bauteile</li> <li>• Präsentation des Konzepts</li> <li>• Selbstorganisiertes Arbeiten in Teams</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, 2005.</li> <li>• Puck, A., „Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten“, Hanser, München, Wien, 1996.</li> <li>• R&amp;G, „Handbuch Faserverbundwerkstoffe“, Waldenbuch, 2009.</li> <li>• VDI 2014 „Entwicklung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbund“</li> <li>• Ehrenstein, G. W., „Faserverbundkunststoffe“, Hanser, München, 2006.</li> <li>• Klein, B., „Leichtbau-Konstruktion“, Vieweg &amp; Sohn, Braunschweig, 1989.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 2: Konstruktion“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986.</li> <li>• Backmann, B.F., „Composite Structures, Design, Safety and Innovation“, Oxford (UK), Elsevier, 2005.</li> <li>• Krause, D., „Leichtbau“, In: Handbuch Konstruktion, Hrsg.: Rieg, F., Steinhilper, R., München, Carl Hanser Verlag, 2012.</li> <li>• Schulte, K., Fiedler, B., „Structure and Properties of Composite Materials“, Hamburg, TUHH - TuTech Innovation GmbH, 2005.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1549: Luftsicherheit</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung</li> <li>• Die besondere Rolle des Luftverkehrs</li> <li>• Motive und Angriffsvektoren</li> <li>• Faktor Mensch</li> <li>• Bedrohungen und Risiko</li> <li>• Verordnungen, Regulierungen und Gesetze</li> <li>• Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben</li> <li>• Passagier- und Gepäckkontrollen</li> <li>• Frachtkontrollen und sichere Lieferkette</li> <li>• Sicherungstechnologien</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Gjemulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011</p> <p>- Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008</p>

<b>Lehrveranstaltung L1550: Luftsicherheit</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung</li> <li>• Die besondere Rolle des Luftverkehrs</li> <li>• Motive und Angriffsvektoren</li> <li>• Faktor Mensch</li> <li>• Bedrohungen und Risiko</li> <li>• Verordnungen, Regulierungen und Gesetze</li> <li>• Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben</li> <li>• Passagier- und Gepäckkontrollen</li> <li>• Frachtkontrollen und sichere Lieferkette</li> <li>• Sicherungstechnologien</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Giemulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011</p> <p>- Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008</p>

<b>Lehrveranstaltung L0950: Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Dr. Jan Oke Peters
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Vermittlung grundlegender und spezieller Prüfverfahren zur sicheren Beurteilung von Werkstoffen; sowie die Befähigung, für ein Bauteil-/Werkstoffproblem ein geeignetes Prüfprogramm auszuwählen und die Ergebnisse bzgl. Bauteil-/Werkstoffbeschaffenheit zu analysieren und zu diskutieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannungs-Dehnungs-Zusammenhänge</li> <li>• DMS-Messtechnik</li> <li>• Viskoelastisches Verhalten</li> <li>• Zugversuch (Verfestigung, Einschnürung, Dehnrate)</li> <li>• Druckversuch, Biegeversuch, Torsionsversuch</li> <li>• Rissausbreitung bei statischer Belastung (J-Integral)</li> <li>• Rissausbreitung bei zyklischer Belastung (Mikro- und Makrorissausbreitung)</li> <li>• Einfluss von Kerben</li> <li>• Kriechversuch (Physikalischer Kriechversuch, Spannungs- und Temperatureinfluss, Larson-Miller-Parameter)</li> <li>• Verschleißuntersuchung</li> <li>• Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung in der Triebwerksüberholung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg</li> <li>• G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill</li> <li>• R. Bürgel: Lehr- und Übungsbuch Festigkeitslehre, Vieweg</li> <li>• R. Bürgel: Werkstoffe sicher beurteilen und richtig einsetzen, Vieweg</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0908: Strahltriebwerke</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Burkhard Andrich
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreisprozess der Gasturbine</li> <li>• Thermodynamik der Komponenten</li> <li>• Flügel-, Gitter-, Stufenauslegung</li> <li>• Betriebsverhalten der Komponenten</li> <li>• Kriterien der Auslegung von Strahltriebwerken</li> <li>• Entwicklungstrends von Gasturbinen und Strahltriebwerken</li> <li>• Wartung von Strahltriebwerken</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bräunling: Flugzeugtriebwerke</li> <li>• Engmann: Technologie des Fliegens</li> <li>• Kerrebrock: Aircraft Engines and Gas Turbines</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1820: Systemsimulation</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Stefan Wischhusen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Alle TeilnehmerInnen müssen ein Notebook mitbringen, um OpenModelica zu installieren und dieses Programm in der Lehrveranstaltung zu nutzen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die physikalische Modellierung</li> <li>• Frage der Modellierung und der Grenzen der Modellierung</li> <li>• Frage der Zeitkonstanten, Steifigkeit, Stabilität, Schrittweitenwahl</li> <li>• Begriffe der objektorientierten Programmierung</li> <li>• Differenzialgleichungen einfacher Systeme</li> <li>• Einführung in Modelica</li> <li>• Einführung in das Simulationswerkzeug</li> <li>• Beispiel: Wärmeleitung</li> <li>• Systembeispiel</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>[1] Modelica Association: "Modelica Language Specification - Version 3.3", Linköping, Sweden, 2 0 1 2</p> <p>[2] M. Tiller: "Modelica by Example", <a href="http://book.xogeny.com">http://book.xogeny.com</a>, 2014.</p> <p>[3] M. Otter, H. Elmqvist, et al.: "Objektorientierte Modellierung Physikalischer Systeme", at- Automatisierungstechnik (german), Teil 1 - 17, Oldenbourg Verlag, 1999 - 2000.</p> <p>[4] P. Fritzson: "Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3", Wiley-IEEE Press, New York, 2015.</p> <p>[5] P. Fritzson: "Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems with Modelica", Wiley, New York, 2011.</p>

<b>Lehrveranstaltung L1821: Systemsimulation</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Stefan Wischhusen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0949: Werkstoffprüfung	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Dr. Jan Oke Peters
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Vorstellung und Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Methoden der mechanischen als auch zerstörungsfreien Prüfung von Werkstoffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchungsmethodik bei mechanischen Werkstoffproblemen</li> <li>• Bestimmung elastischer Konstanten</li> <li>• Zugversuch</li> <li>• Schwingversuch (Versuche mit konstanter Spannung, Dehnung oder plastischer Dehnung, Zeitschwingfestigkeit, Dauerschwingfestigkeit, Mittelspannungseinfluss)</li> <li>• Rissausbreitung bei statischer Belastung (Spannungsintensitätsfaktor, Bruchzähigkeit)</li> <li>• Kriechversuch und Zeitstandfestigkeit</li> <li>• Härtemessung</li> <li>• Kerbschlagbiegeversuch</li> <li>• Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg                      G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill</p>

<b>Lehrveranstaltung L0176: Reliability in Engineering Dynamics</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min.
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Method for calculation and testing of reliability of dynamic machine systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modeling</li> <li>• System identification</li> <li>• Simulation</li> <li>• Processing of measurement data</li> <li>• Damage accumulation</li> <li>• Test planning and execution</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Bertsche, B.: Reliability in Automotive and Mechanical Engineering. Springer, 2008. ISBN: 978-3-540-33969-4</p> <p>Inman, Daniel J.: Engineering Vibration. Prentice Hall, 3rd Ed., 2007. ISBN-13: 978-0132281737</p> <p>Dresig, H., Holzweißig, F.: Maschinendynamik, Springer Verlag, 9. Auflage, 2009. ISBN 3540876936.</p> <p>VDA (Hg.): Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten. Band 3 Teil 2, 3. überarbeitete Auflage, 2004. ISSN 0943-9412</p>

<b>Lehrveranstaltung L1303: Reliability in Engineering Dynamics</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L1554: Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zur Entwicklung, zur Aufbau- und Verbindungstechnik und zur Herstellung von elektronischen Baugruppen für sicherheitskritische Anwendungen. Auf Bauteil-, Baugruppen- und Systemebene wird gezeigt, wie bei im Flugzeug einzusetzender Elektronik die spezifizierten Sicherheitsziele erreicht werden können. Aktuelle Herausforderungen, wie z.B. Bauteilverfügbarkeit, Bauteilfälschungen und der Einsatz von components off-the-shelf (COTS) werden diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zur Rolle von Elektronik in der Luftfahrt</li> <li>• Systemebenen: Vom Silizium zum mechatronischen Systemen</li> <li>• Halbleiterbauelemente, Baugruppen, Systeme</li> <li>• Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)</li> <li>• Systemintegration in der Elektronik: Anforderungen an die AVT</li> <li>• Methoden und Techniken der AVT</li> <li>• Fehlerbilder bei Baugruppen und Vermeidung von Fehlern</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse bei Baugruppen</li> <li>• Zuverlässigkeit von Avionik</li> <li>• COTS, ROTS, MOTS und das F<sup>3</sup>I-Konzept</li> <li>• Zukünftige Herausforderungen der Elektronik</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>Hanke, H.-J.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Leiterplatten. Verlag Technik, 1994</p> <p>Scheel, W.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Montage. Verlag Technik, 1999</p>

Lehrveranstaltung L1555: Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zur Entwicklung, zur Aufbau- und Verbindungstechnik und zur Herstellung von elektronischen Baugruppen für sicherheitskritische Anwendungen. Auf Bauteil-, Baugruppen- und Systemebene wird gezeigt, wie bei im Flugzeug einzusetzender Elektronik die spezifizierten Sicherheitsziele erreicht werden können. Aktuelle Herausforderungen, wie z.B. Bauteilverfügbarkeit, Bauteilfälschungen und der Einsatz von components off-the-shelf (COTS) werden diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zur Rolle von Elektronik in der Luftfahrt</li> <li>• Systemebenen: Vom Silizium zum mechatronischen Systemen</li> <li>• Halbleiterbauelemente, Baugruppen, Systeme</li> <li>• Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)</li> <li>• Systemintegration in der Elektronik: Anforderungen an die AVT</li> <li>• Methoden und Techniken der AVT</li> <li>• Fehlerbilder bei Baugruppen und Vermeidung von Fehlern</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse bei Baugruppen</li> <li>• Zuverlässigkeit von Avionik</li> <li>• COTS, ROTS, MOTS und das F<sup>3</sup>I-Konzept</li> <li>• Zukünftige Herausforderungen der Elektronik</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>Hanke, H.-J.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Leiterplatten. Verlag Technik, 1994</p> <p>Scheel, W.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Montage. Verlag Technik, 1999</p>

<b>Lehrveranstaltung L0749: Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke, Dr. Andreas Vahl, Dr. Uwe Wieczorek
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Methoden der Zuverlässigkeit und Sicherheit (Regelwerke, Nachweisforderungen)</li> <li>• Grundlagen zur Analyse der Zuverlässigkeitsanalyse (FMEA, Fehlerbaum, Funktions- und Gefahrenanalyse)</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse von elektrischen und mechanischen Systemen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS 25.1309</li> <li>• SAE ARP 4754</li> <li>• SAE ARP 4761</li> </ul>

## Modul M1343: Fibre-polymer-composites

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L1894)	Vorlesung	2	3
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (L1893)	Vorlesung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Bodo Fiedler
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basics: chemistry / physics / materials science
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Students can use the knowledge of fiber-reinforced composites (FRP) and its constituents to play (fiber / matrix) and define the necessary testing and analysis.</p> <p><i>Wissen</i> They can explain the complex relationships structure-property relationship and the interactions of chemical structure of the polymers, their processing with the different fiber types, including to explain neighboring contexts (e.g. sustainability, environmental protection).</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students are capable of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• using standardized calculation methods in a given context to mechanical properties (modulus, strength) to calculate and evaluate the different materials.</li> <li>• approximate sizing using the network theory of the structural elements implement and evaluate.</li> <li>• selecting appropriate solutions for mechanical recycling problems and sizing example stiffness, corrosion resistance.</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arrive at funded work results in heterogenius groups and document them.</li> <li>• provide appropriate feedback and handle feedback on their own performance constructively.</li> </ul> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- assess their own strengths and weaknesses.</li> <li>- assess their own state of learning in specific terms and to define further work steps on this basis.</li> <li>- assess possible consequences of their professional activity.</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min
	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L1894: Structure and properties of fibre-polymer-composites</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microstructure and properties of the matrix and reinforcing materials and their interaction</li> <li>- Development of composite materials</li> <li>- Mechanical and physical properties</li> <li>- Mechanics of Composite Materials</li> <li>- Laminate theory</li> <li>- Test methods</li> <li>- Non destructive testing</li> <li>- Failure mechanisms</li> <li>- Theoretical models for the prediction of properties</li> <li>- Application</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Dekker, New York

<b>Lehrveranstaltung L1893: Design with fibre-polymer-composites</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Designing with Composites: Laminate Theory; Failure Criteria; Design of Pipes and Shafts; Sandwich Structures; Notches; Joining Techniques; Compression Loading; Examples
<b>Literatur</b>	Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard , Hanser Verlag

Modul M0721: Klimaanlage			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Klimaanlagen (L0594)	Vorlesung	3	5
Klimaanlagen (L0595)	Hörsaalübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Gerhard Schmitz		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende kennen die verschiedenen Arten von Klimaanlage und die dazugehörigen Regelungskonzepte für stationäre und mobile Anwendungen. Sie beherrschen die Zustandsänderungen feuchter Luft im <math>h1+x,x</math>-Diagramm. Sie sind in der Lage die aus hygienischen Gründen notwendigen Luftvolumenströme für Aufenthaltsräume von Personen zu bestimmen und können dazu die geeigneten Filterverfahren auswählen. Ihnen sind grundlegende Raumströmungszustände bekannt und sie können einfache Verfahren zur Berechnung einer Strömung in Räumen anwenden. Sie wissen, wie ein Kanalnetz ausgelegt und berechnet wird. Sie sind mit verschiedenen Verfahren zur Erzeugung von Kälte vertraut und können die entsprechenden Prozesse in den geeigneten thermodynamischen Diagrammen darstellen. Sie kennen die verschiedenen Umweltbewertungskriterien für Kältemittel.</p>		
<i>Wissen</i>			
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Studierende beherrschen die Berechnung von Klimaanlage für stationäre und mobile Anwendungen. Sie können eine Kanalnetzberechnung durchführen und sind befähigt, einfache Planungsaufgaben selbstständig unter Berücksichtigung der Einbindung natürlicher Wärmequellen und -senken durchzuführen. Sie sind in der Lage aktuelle Forschungsergebnisse in die Praxis zu übertragen und wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der Klimatechnik selbstständig durchzuführen.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können in Kleingruppen diskutieren und einen Lösungsweg erarbeiten.</p>		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen.</p>		
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Klausur		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	60 min		
	Energie- und Umwelttechnik: Vertiefung Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht		

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L0594: Klimaanlage	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	5
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	1. Überblick über Klimaanlage 1.1 Einteilung von Klimaanlage 1.2 Lüftung 1.3 Aufbau und Funktion von Klimaanlage 2. Thermodynamische Prozesse in Klimaanlage 2.1 Das $h,x$ -Diagramm für feuchte Luft 2.2 Mischkammer, Vorwärmer, Nachwärmer 2.3 Luftkühler 2.4 Luftbefeuchter 2.5 Darstellung des konventionellen Klimaanlageprozesses im $h,x$ -Diagramm 2.6 Sorptionsgestützte Klimatisierung 3. Berechnung der Heiz- und Kühlleistung 3.1 Heizlast und Heizleistung 3.2 Kühllasten und Kühlleistung 3.3 Berechnung der inneren Kühllast 3.4 Berechnung der äußeren Kühllast 4. Lufttechnische Anlagen 4.1 Frischluftbedarf 4.2 Raumluftströmung 4.3 Kanalnetz berechnung 4.4 Ventilatoren 4.5 Filter 5. Kälteanlagen 5.1. Kaltdampfkompansionskälteanlagen 5.2 Absorptionskälteanlagen
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmitz, G.: Klimaanlage, Skript zur Vorlesung</li> <li>• VDI Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer Verlag, Düsseldorf 2013</li> <li>• Herwig, H.; Moschallski, A.: Wärmeübertragung, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009</li> <li>• Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schrammek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2013/2014, 76. Auflage, Deutscher Industrieverlag, 2013</li> </ul>

Lehrveranstaltung L0595: Klimaanlage	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Gerhard Schmitz
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## M o d u l M1340: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit (L1669)	Vorlesung	3	4
Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit (L1877)	Gruppenübung	2	2

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Christian Schuster
------------------------------	--------------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Physik und Elektrotechnik
---------------------------------	--

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Die Studierenden können die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, Zusammenhänge und Methoden im Bereich des Entwurfs von Wellenleitern und Antennen sowie der Elektromagnetischen Verträglichkeit wiedergeben und erklären. Spezifische Themen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektrischer Schaltungen</li> <li>- Wechselstromanalyse elektrischer Schaltungen</li> <li>- Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektromagnetischer Felder und Wellen</li> <li>- Beschreibung elektromagnetischer Felder und Wellen bei zeitlich harmonischer Anregung</li> <li>- Nützliche Hochfrequenz-Netzwerkparameter</li> <li>- Elektrisch lange Leitungen und wichtige Ergebnisse der Leitungstheorie</li> <li>- Ausbreitung, Superposition, Reflektion und Brechung ebener Wellen</li> <li>- Allgemeine Theorie der Wellenleiter</li> <li>- Wichtigste Bauformen von Wellenleitern und ihre Eigenschaften</li> <li>- Abstrahlung und grundlegende Antennenparameter</li> <li>- Wichtigste Bauformen von Antennen und ihre Eigenschaften</li> <li>- Numerische Methoden und CAD-Werkzeuge des Wellenleiter- und Antennenentwurfs</li> <li>- Prinzipien der Elektromagnetischen Verträglichkeit</li> <li>- Kopplungsmechanismen und Gegenmaßnahmen</li> <li>- Schirmung, Erdung, Filterung</li> <li>- Standards und Regulatorisches</li> <li>- EMV-Messtechniken</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden können eine Reihe von Verfahren und Modellen zur Beschreibung und zur Auswahl von Wellenleitern und Antennen anwenden. Dafür können Sie deren elementare elektromagnetische Eigenschaften einschätzen und beurteilen. Sie können Erkenntnisse und Strategien aus dem Feld der Elektromagnetischen Verträglichkeit auf die Entwicklung von elektrischen Komponenten und Systemen anwenden.</p>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise auf Englisch präsentieren (z.B. während Kleingruppenübungen).</p>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, Informationen aus einschlägigen Fachpublikationen zu gewinnen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Theoretischer Elektrotechnik, Grundlagen der Elektrotechnik oder Physik) zu verknüpfen. Sie können technische Probleme und physikalische Effekte auf Englisch diskutieren.</p>

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	<p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht</p> <p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht</p> <p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht</p> <p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht</p> <p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht</p> <p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht</p> <p>General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht</p> <p>General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht</p>

<b>Lehrveranstaltung L1669: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Christian Schuster
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Diese Vorlesung ist gedacht als Einführung in die Gebiete der Wellenausbreitung, -führung, - aussendung, und -empfang sowie der Elektromagnetischen Verträglichkeit. Die Themen der Vorlesung werden von Nutzen sein für alle Ingenieure/-innen, die technische Herausforderungen im Bereich der hochfrequenten / hochratigen Übermittlung von Daten in solchen Gebieten wie Medizintechnik, Automobiltechnik oder Avionik meistern müssen. Sowohl Schaltungs- als auch Feldkonzepte der Wellenausbreitung und der Elektromagnetischen Verträglichkeit werden eingeführt und besprochen.</p> <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektrischer Schaltungen</li> <li>- Wechselstromanalyse elektrischer Schaltungen</li> <li>- Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektromagnetischer Felder und Wellen</li> <li>- Beschreibung elektromagnetischer Felder und Wellen bei zeitlich harmonischer Anregung</li> <li>- Nützliche Hochfrequenz-Netzwerkparameter</li> <li>- Elektrisch lange Leitungen und wichtige Ergebnisse der Leitungstheorie</li> <li>- Ausbreitung, Superposition, Reflektion und Brechung ebener Wellen</li> <li>- Allgemeine Theorie der Wellenleiter</li> <li>- Wichtigste Bauformen von Wellenleitern und ihre Eigenschaften</li> <li>- Abstrahlung und grundlegende Antennenparameter</li> <li>- Wichtigste Bauformen von Antennen und ihre Eigenschaften</li> <li>- Numerische Methoden und CAD-Werkzeuge des Wellenleiter- und Antennenentwurfs</li> <li>- Prinzipien der Elektromagnetischen Verträglichkeit</li> <li>- Kopplungsmechanismen und Gegenmaßnahmen</li> <li>- Schirmung, Erdung, Filterung</li> <li>- Standards und Regulatorisches</li> <li>- EMV-Messtechniken</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zinke, Brunswig, "Hochfrequenztechnik 1", Springer (1999)</li> <li>- J. Detlefsen, U. Siart, "Grundlagen der Hochfrequenztechnik", Oldenbourg (2012)</li> <li>- D. M. Pozar, "Microwave Engineering", Wiley (2011)</li> <li>- Y. Huang, K. Boyle, "Antenna: From Theory to Practice", Wiley (2008)</li> <li>- H. Ott, "Electromagnetic Compatibility Engineering", Wiley (2009)</li> <li>- A. Schwab, W. Kürner, "Elektromagnetische Verträglichkeit", Springer (2007)</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1877: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Christian Schuster
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Modul M0806: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Technische Akustik II (Raumakustik, Berechnungsverfahren) (L0519)	Vorlesung	2	3
Technische Akustik II (Raumakustik, Berechnungsverfahren) (L0521)	Hörsaalübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Otto von Estorff		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics) Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	The students possess an in-depth knowledge in acoustics regarding room acoustics and computational methods and are able to give an overview of the corresponding theoretical and methodical basis.  The students are capable to handle engineering problems in acoustics by theory-based application of the demanding computational methods and procedures treated within the module.  Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.  The students are able to independently solve challenging acoustical problems in the areas treated within the module. Possible conflicting issues and limitations can be identified and the results are critically scrutinized.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>			
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
<b>Leistungspunkte</b>	6		
<b>Studienleistung</b>	Keine		
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung		
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>			
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

<b>Lehrveranstaltung L0519: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Room acoustics</li> <li>- Sound absorber</li>   <li>- Standard computations</li> <li>- Statistical Energy Approaches</li> <li>- Finite Element Methods</li> <li>- Boundary Element Methods</li> <li>- Geometrical acoustics</li> <li>- Special formulations</li>   <li>- Practical applications</li> <li>- Hands-on Sessions: Programming of elements (Matlab)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Cremer, L.; Heckl, M. (1996): Körperschall. Springer Verlag, Berlin</p> <p>Veit, I. (1988): Technische Akustik. Vogel-Buchverlag, Würzburg</p> <p>Veit, I. (1988): Flüssigkeitsschall. Vogel-Buchverlag, Würzburg</p> <p>Gaul, L.; Fiedler, Ch. (1997): Methode der Randelemente in Statik und Dynamik. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden</p> <p>Bathe, K.-J. (2000): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin</p>

<b>Lehrveranstaltung L0521: Technical Acoustics II (Room Acoustics, Computational Methods)</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1024: Methoden der integrierten Produktentwicklung

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Integrierte Produktentwicklung II (L1254)	Vorlesung	3	3
Integrierte Produktentwicklung II (L1255)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dieter Krause
------------------------------	---------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse der Integrierten Produktentwicklung und CAE-Anwendung
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fachbegriffe der Konstruktionsmethodik zu erklären,</li> <li>wesentliche Elemente des Konstruktionsmanagements zu beschreiben,</li> <li>aktuelle Problemstellungen und den gegenwärtigen Forschungsstand der integrierten Produktentwicklung zu beschreiben.</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>für die nicht standardisierte Lösung eines Problems eine geeignete Konstruktionsmethode auszuwählen und anzuwenden sowie an neue Randbedingungen anzupassen,</li> <li>Problemstellungen der Produktentwicklung mit Hilfe einer workshopbasierten Vorgehensweise zu lösen,</li> <li>Moderationstechniken situationsspezifisch auszuwählen und durchzuführen.</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teamsitzungen und Moderationsprozesse vorzubereiten und anzuleiten,</li> <li>in Gruppenarbeitsprozessen komplexe Aufgaben gemeinsam zu bearbeiten,</li> <li>Probleme und Lösungen vor Fachpersonen vertreten und Ideen weiterzuentwickeln.</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>strukturiertes Feedback zu geben und kritisches Feedback anzunehmen,</li> <li>angenommenes Feedback eigenständig umzusetzen.</li> </ul>

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 Minuten
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht

**Lehrveranstaltung L1254: Integrierte Produktentwicklung II**

<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Dieter Krause
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Vorlesung</b></p> <p><b>Die Vorlesung erweitert und vertieft die im Modul „Integrierte Produktentwicklung und Leichtbau“ erlernten Inhalte und baut auf den dort erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf.</b></p> <p>Themen der Vorlesung sind insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden der Produktentwicklung,</li> <li>• Moderationstechniken,</li> <li>• Industrial Design,</li> <li>• variantengerechte Produktgestaltung,</li> <li>• Modularisierungsmethoden,</li> <li>• Konstruktionskataloge,</li> <li>• angepasste QFD-Matrix,</li> <li>• systematische Werkstoffauswahl,</li> <li>• montagegerechtes Konstruieren,</li> </ul> <p>Konstruktionsmanagement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CE-Kennzeichnung, Konformitätserklärung inkl. Gefährdungsbeurteilung,</li> <li>• Patentwesen, Patentrechte, Patentüberwachung</li> <li>• Projektmanagement (Kosten, Zeit, Qualität) und Eskalationsprinzipien,</li> <li>• Entwicklungsmanagement Mechatronik,</li> <li>• Technisches Supply Chain Management.</li> </ul> <p><b>Übung (PBL)</b></p> <p>In der Übung werden die in der Vorlesung Integrierte Produktentwicklung II vorgestellten Inhalte und Methoden der Produktentwicklung und des Konstruktionsmanagement weiter vertieft.</p> <p>Die Studierenden erlernen über industrienaher Praxisbeispiele ein selbstständig moderiertes und Workshop basiertes Vorgehen zur Lösung komplexer, aktuell</p>

	<p>bestehender Sachverhalte in der Produktentwicklung. Sie erlernen die Fähigkeit, selbstständig wichtige Methoden der Produktentwicklung und des Konstruktionsmanagements anzuwenden, und erwerben so weiterführende Fachkompetenzen auf dem Gebiet der Integrierten Produktentwicklung. Daneben werden personale Kompetenzen, wie Teamfähigkeit, Führen von Diskussionen und Vertreten von Arbeitsergebnissen durch den workshopbasierten Aufbau der Veranstaltung unter eigener Planung und Leitung erworben.</p>
<p><b>Literatur</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andreasen, M.M., Design for Assembly, Berlin, Springer 1985.</li> <li>• Ashby, M. F.: Materials Selection in Mechanical Design, München, Spektrum 2007.</li> <li>• Beckmann, H.: Supply Chain Management, Berlin, Springer 2004.</li> <li>• Hartmann, M., Rieger, M., Funk, R., Rath, U.: Zielgerichtet moderieren. Ein Handbuch für Führungskräfte, Berater und Trainer, Weinheim, Beltz 2007.</li> <li>• Pahl, G., Beitz, W.: Konstruktionslehre, Berlin, Springer 2006.</li> <li>• Roth, K.H.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Band 1-3, Berlin, Springer 2000.</li> <li>• Simpson, T.W., Siddique, Z., Jiao, R.J.: Product Platform and Product Family Design. Methods and Applications, New York, Springer 2013.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1255: Integrierte Produktentwicklung II</b>	
<p><b>Typ</b></p>	<p>Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung</p>
<p><b>SWS</b></p>	<p>2</p>
<p><b>LP</b></p>	<p>3</p>
<p><b>Arbeitsaufwand in Stunden</b></p>	<p>Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28</p>
<p><b>Dozenten</b></p>	<p>Prof. Dieter Krause</p>
<p><b>Sprachen</b></p>	<p>DE</p>
<p><b>Zeitraum</b></p>	<p>WiSe</p>
<p><b>Inhalt</b></p>	<p>Siehe korrespondierende Vorlesung</p>
<p><b>Literatur</b></p>	<p>Siehe korrespondierende Vorlesung</p>

Modul M0633: Industrial Process Automation				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Prozessautomatisierungstechnik (L0344)		Vorlesung	2	3
Prozessautomatisierungstechnik (L0345)		Gruppenübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Alexander Schlaefer			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	mathematics and optimization methods principles of automata principles of algorithms and data structures programming skills			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>	The students can evaluate and assess discrete event systems. They can evaluate properties of processes and explain methods for process analysis. The students can compare methods for process modelling and select an appropriate method for actual problems. They can discuss scheduling methods in the context of actual problems and give a detailed explanation of advantages and disadvantages of different programming methods. The students can relate process automation to methods from robotics and sensor systems as well as to recent topics like 'cyberphysical systems' and 'industry 4.0'.			
<i>Wissen</i>				
<b>Fertigkeiten</b>	The students are able to develop and model processes and evaluate them accordingly. This involves taking into account optimal scheduling, understanding algorithmic complexity, and implementation using PLCs.			
<i>Fertigkeiten</i>				
<b>Personale Kompetenzen</b>				
<i>Sozialkompetenz</i>	The students work in teams to solve problems.			
<i>Selbstständigkeit</i>	The students can reflect their knowledge and document the results of their work.			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Anteil</b>	<b>Art der Studienleistung</b>	<b>Beschreibung</b>
	Nein	10 %	Übungsaufgaben	
<b>Prüfung</b>	Klausur			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten			
	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht			

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht
---	--

<b>Lehrveranstaltung L0344: Industrial Process Automation</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Alexander Schlaefer
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- foundations of problem solving and system modeling, discrete event systems</li> <li>- properties of processes, modeling using automata and Petri-nets</li> <li>- design considerations for processes (mutex, deadlock avoidance, liveness)</li> <li>- optimal scheduling for processes</li> <li>- optimal decisions when planning manufacturing systems, decisions under uncertainty</li> <li>- software design and software architectures for automation, PLCs</li> </ul>
<b>Literatur</b>	J. Lunze: „Automatisierungstechnik“, Oldenbourg Verlag, 2012 Reisig: Petrinetze: Modellierungstechnik, Analysemethoden, Fallstudien; Vieweg+Teubner 2010 Hrúz, Zhou: Modeling and Control of Discrete-event Dynamic Systems; Springer 2007 Li, Zhou: Deadlock Resolution in Automated Manufacturing Systems, Springer 2009 Pinedo: Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, Springer 2009

<b>Lehrveranstaltung L0345: Industrial Process Automation</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Alexander Schlaefer
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1213: Avionik sicherheitskritischer Systeme

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1640)	Vorlesung	2	3
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1641)	Gruppenübung	1	1
Avionik sicherheitskritischer Systeme (L1652)	Laborpraktikum	1	2

<b>Modulverantwortlicher</b>	Dr. Martin Halle
------------------------------	------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<p>Grundlegende Kenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Informatik</li> </ul>
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wichtigsten Komponenten und Konzepte sicherheitskritischer Avionik beschreiben</li> <li>• die Prozesse und Standards der sicherheitskritischen Softwareentwicklung benennen</li> <li>• das Prinzip der Integrierten Modularen Avionik darstellen</li> <li>• Avionik-relevante Hardware und Bussysteme vergleichen</li> <li>• die Schwierigkeiten bei der Entwicklung eines sicherheitskritischen Avioniksystems richtig einschätzen</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Echtzeithardware und -simulationen bedienen</li> <li>• A653-Applikationen programmieren</li> <li>• Avionikarchitekturen im begrenzten Maße planen</li> <li>• Testskripte entwickeln und Testergebnisse beurteilen</li> </ul>
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in gemischten Teams gemeinschaftlich Lösungen erarbeiten</li> <li>• sich formal mit andern Teams austauschen</li> <li>• Entwicklungsergebnisse geeignet vorstellen</li> </ul>
<i>Sozialkompetenz</i>	
<b>Selbstständigkeit</b>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemanforderungen an avionische Systeme verstehen</li> <li>• selbständig System-Lösungen für sicherheitskritische Avionik konzipieren</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

Verpflichtung	Ort	Art der Studienleistung	Beschreibung

<b>Studienleistung</b>	Ja                      Keiner                      Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und eingebettete Systeme: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L1640: Avionik sicherheitskritischer Systeme</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Halle
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Avionik als Flugelektronik ist die Grundlage für alle Flugzeugfunktionen und eine Hauptquelle für Innovationen. Da es sich bei Flugsteuerung und anderen Systemkontrollern um hochgradig sicherheitskritische Funktionen handelt, unterliegen die Entwicklung von Hardware und Software besonderen Einschränkungen, Techniken und Prozessen. Diese zu verstehen und anzuwenden ist unabdingbar für jeden Systementwickler oder Informationstechniker in der Luftfahrt. Praxisnah werden Risiken und Techniken von sicherheitskritischer Hard- und Softwareentwicklung, Avionikkomponenten, sowie Integration und Test vermittelt. Ein Schwerpunkt ist die Integrierten Modularen Avionik (IMA). Die Vorlesung wird begleitet von einer Pflichtübung mit Laborversuchen.</p> <p>Inhalt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Überblick und Grundlagen</li> <li>2. Geschichte und Flugsteuerung</li> <li>3. Konzepte und Redundanz</li> <li>4. Digitale Rechner</li> <li>5. Schnittstellen und Signale</li> <li>6. Busse</li> <li>7. Netzwerke</li> <li>8. Flugzeug-Cockpit</li> <li>9. Softwareentwicklung</li> <li>10. Modellbasierte Entwicklung</li> <li>11. Integrierte Modulare Avionik 1</li> <li>12. Integrierte Modulare Avionik 2</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moir, I.; Seabridge, A. &amp; Jukes, M., Civil Avionics Systems Civil Avionics Systems, John Wiley &amp; Sons, Ltd, 2013</li> <li>• Spitzer, C. R. Spitzer, Digital Avionics Handbook, CRC Press, 2007</li> <li>• FAA, Advanced Avionics Handbook U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2009</li> <li>• Moir, I. &amp; Seabridge, A. Aircraft Systems, Wiley, 2008, 3</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1641: Avionik sicherheitskritischer Systeme</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Halle
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L1652: Avionik sicherheitskritischer Systeme</b>	
<b>Typ</b>	Laborpraktikum
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Halle
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Fachmodule der Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf

Die Vertiefungsrichtung „Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf“ vermittelt den Studierenden einerseits ein umfassendes Verständnis der Betriebsabläufe im Lufttransport“ und andererseits die Kompetenz Luftfahrzeuge auf der Basis unterschiedlichster operationeller Anforderungen zu entwerfen. Sie vertiefen damit praxisorientiert die in den jeweiligen Bachelorstudiengängen erworbenen theoretischen Grundlagen durch konkrete methodische Anwendung und Ergänzung luftfahrtspezifischer Auslegungs- und Modellierungsverfahren. Damit werden die Studierenden zu umfassenden Systemanalysten ausgebildet, die in der Lage sind, insbesondere, aber nicht ausschließlich komplexe Transportsysteme und die darin enthaltenen Teilsysteme und Technologien zu entwerfen, zu modellieren, zu integrieren und den Nutzwert zu bewerten.

<b>Modul M1091: Flugführung und Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft</b>			
<b>Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Titel</b>	<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft (L1310)	Vorlesung	3	3
Einführung in die Flugführung (L0848)	Vorlesung	3	2
Einführung in die Flugführung (L0854)	Hörsaalübung	1	1
Flugregelung (L2374)	Vorlesung	2	2
Flugregelung (L2375)	Gruppenübung	1	1
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Volker Gollnick		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bachelor Mech. Eng.</li> <li>Vordiplom Maschinenbau</li> <li>Vorlesung Lufttransportsysteme</li> </ul>		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen der Flugsicherung</li> <li>2. Auslegung und Modellierung von Verkehrsflüssen, Avionik- und Sensorsystemen, Cockpitauslegung</li> <li>3. Grundlagen der Organisation und des Betriebs einer Luftverkehrsgesellschaft</li> <li>4. Flottenplanung, Flotteneinsatz und Flugzeugauswahl, Maintenance Repair Overhaul Technologien und Geschäft</li> </ol>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verstehen verschiedenster interdisziplinärer Wechselwirkungen</li> <li>Fähigkeit zur Integration und Bewertung neuer Technologien in das Lufttransportsystem</li> <li>Fähigkeit zur Modellierung und Bewertung von Flugführungssystemen</li> <li>Planung und Betrieb von Flugzeugflotten in einer Airline</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>			
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeiten in interdisziplinären Teams</li> <li>Kommunikation</li> </ul>		

<i>Selbstständigkeit</i>	Organisation von Arbeitsabläufen und -strategien
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 40, Präsenzstudium 140
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht

<b>Lehrveranstaltung L1310: Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Dr. Karl Echtermeyer
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung und Überblick</li> <li>2. Geschäftsmodelle von Luftverkehrsgesellschaften</li> <li>3. Interdependenzen der Flugplanung (Netzwerkmanagement, Slot Management, Netzstrukturen, Umlaufplanung)</li> <li>4. Operative Flugvorbereitung (Beladung, Nutzlast/Reichweite, etc.)</li> <li>5. Flottenpolitik</li> <li>6. Flugzeugbewertung und Flottenplanung</li> <li>7. Aufbau und Organisation einer Luftverkehrsgesellschaft</li> <li>8. Instandhaltung von Flugzeugen</li> </ol>
<b>Literatur</b>	Volker Gollnick, Dieter Schmitt: The Air Transport System, Springer Berlin Heidelberg New York, 2014 Paul Clark: Buying the big jets, Ashgate 2008 Mike Hirst: The Air Transport System, AIAA, 2008

<b>Lehrveranstaltung L0848: Einführung in die Flugführung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 18, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Einführung und Motivation Flugführungsprinzipien (Luftraumstrukturen, Organisation der Flugsicherung, etc.) Navigation Funknavigation Satellitennavigation Grundlagen der Flugmeßtechnik Positionsmessung (geometrische Verfahren, Entfernungsmessung, Richtungsmessung) Bestimmung der Fluglage (Magnetfeld- und Trägheitssensoren) Geschwindigkeitsmessung Luftraumüberwachung (Radarsysteme) Kommunikationssysteme Avionikarchitekturen (Computersysteme, Bussysteme) Cockpitsysteme (Cockpitgestaltung, Cockpitausrüstung)
<b>Literatur</b>	Rudolf Brockhaus, Robert Luckner, Wolfgang Alles: "Flugregelung", Springer Berlin Heidelberg New York, 2012 Holger Flühr: "Avionik und Flugsicherungssysteme", Springer Berlin Heidelberg New York, 2013 Volker Gollnick, Dieter Schmitt "Air Transport Systems", Springer Berlin Heidelberg New York, 2014

<b>Lehrveranstaltung L0854: Einführung in die Flugführung</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L2374: Flugregelung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Die Lehrveranstaltung vermittelt Wissen rund um die Beschreibung von Luftfahrzeugen als Regelstrecke sowie die Gestaltung und Auslegung/Optimierung von Reglern zur Stabilisierung, Lagehaltung, Flugzustandshaltung und Führung des Luftfahrzeugs. Mit der Vorlesung wird die Fähigkeit vermittelt, daß Luftfahrzeug als Regelstrecke zu beschreiben und zu verstehen sowie darauf aufbauend geeignete Regelungsstrukturen zur automatisierten Führung des Luftfahrzeugs auf verschiedenen Ebenen auszulegen. Hierzu werden zudem geeignete Auslegungsverfahren Riccati-Entwurf, H2Hinfinity, etc. vorgestellt.
<b>Literatur</b>	Brockhaus, Alles, Luckner: Flugregelung, Springer Verlag, 2011 R.P.G Collinson: Introduction to Avionics Systems, Springer Verlag, 2011

<b>Lehrveranstaltung L2375: Flugregelung</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik (L1557)	Vorlesung	2	2
Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik (L1558)	Gruppenübung	1	1
Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML (L1551)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	3	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Ralf God
------------------------------	----------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<p>Grundlegende Kenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul> <p>Vorkenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systems Engineering</li> </ul>
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau und die Funktionsweise von Rechnerarchitekturen beschreiben</li> <li>• den Aufbau und die Funktionsweise von digitalen Kommunikationsnetzwerken erläutern</li> <li>• Architekturen von Kabinenelektronik, integrierter modularer Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN) erklären</li> <li>• das Vorgehen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) beim Entwurf von hardware- und softwarebasierten Kabinensystemen verstehen</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen Minicomputer verstehen, in Betrieb nehmen und betreiben</li> <li>• eine Netzwerkkommunikation aufbauen und mit einem anderen Netzwerkteilnehmer kommunizieren</li> <li>• einen Minicomputer mit einem Kabinenmanagementsystem (A380 CIDS) verbinden und über ein AFDX®-Netzwerk kommunizieren</li> <li>• Systemfunktionen mittels der formalen Sprachen SysML/UML modellieren und aus den Modellen Softwarecode generieren</li> <li>• Softwarecode auf einem Minicomputer ausführen</li> </ul>
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilergebnisse praktisch und selbst erarbeiten und mit anderen zu einer Gesamtlösung zusammenführen</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ihre praktischen Aufgaben organisieren und planen</li> </ul>

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
----------------------------------	------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Studienleistung</b>	Keine
------------------------	-------

<b>Prüfung</b>	Klausur
----------------	---------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 Minuten
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	<p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht                  Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und                  Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht                  Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Pflicht                  Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II.                  Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung                  Produktentwicklung: Wahlpflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion:                  Wahlpflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe:                  Wahlpflicht                  Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht                  Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik:                  Wahlpflicht</p>

<b>Lehrveranstaltung L1557: Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Computer- und Kommunikationstechnik bei elektronischen Systemen in der Kabine und im Flugzeug. Software, mechanische und elektronische Systemkomponenten wirken heute so intensiv zusammen, dass dies für den Systemtechniker ein grundlegendes Verständnis von Kabinenelektronik und Avionik erfordert.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zum Aufbau und der Funktionsweise von Computern und Datennetzwerken und fokussiert dann auf aktuelle Prinzipien und Anwendungen bei integrierter modularer Avionik (IMA), Aircraft Data Communication Networks (ADCN), Kabinenelektronik und Kabinennetzwerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie der Computer- und Netzwerktechnik</li> <li>• Schichtenmodell in der Computertechnik</li> <li>• Rechnerarchitekturen (PC, IPC, Embedded Systeme)</li> <li>• BIOS, UEFI und Betriebssystem (OS)</li> <li>• Programmiersprachen (Maschinencode und Hochsprachen)</li> <li>• Applikationen und Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung</li> <li>• Externe Schnittstellen (seriell, USB, Ethernet)</li> <li>• Schichtenmodell in der Netzwerktechnik</li> <li>• Netzwerktopologien</li> <li>• Netzwerkkomponenten</li> <li>• Buszugriffsverfahren</li> <li>• Integrierte modulare Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN)</li> <li>• Kabinenelektronik und Kabinennetzwerke</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Schnabel, P.: Computertechnik-Fibel: Grundlagen Computertechnik, Mikroprozessortechnik, Halbleiterspeicher, Schnittstellen und Peripherie. Books on Demand; 1. Auflage, 2003</li> <li>- Schnabel, P.: Netzwerktechnik-Fibel: Grundlagen, Übertragungstechnik und Protokolle, Anwendungen und Dienste, Sicherheit. Books on Demand; 1. Auflage, 2004</li> <li>- Wüst, K.: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen und Programmierung von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Vieweg Verlag; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2006</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1558: Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Kabinenelektronik und Kabinennetzwerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie der Computer- und Netzwerktechnik</li> <li>• Schichtenmodell in der Computertechnik</li> <li>• Rechnerarchitekturen (PC, IPC, Embedded Systeme)</li> <li>• BIOS, UEFI und Betriebssystem (OS)</li> <li>• Programmiersprachen (Maschinencode und Hochsprachen)</li> <li>• Applikationen und Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung</li> <li>• Externe Schnittstellen (seriell, USB, Ethernet)</li> <li>• Schichtenmodell in der Netzwerktechnik</li> <li>• Netzwerktopologien</li> <li>• Netzwerkkomponenten</li> <li>• Buszugriffsverfahren</li> <li>• Integrierte modulare Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN)</li> <li>• Kabinenelektronik und Kabinennetzwerke</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Schnabel, P.: Computertechnik-Fibel: Grundlagen Computertechnik, Mikroprozessortechnik, Halbleiterspeicher, Schnittstellen und Peripherie. Books on Demand; 1. Auflage, 2003</li> <li>- Schnabel, P.: Netzwerktechnik-Fibel: Grundlagen, Übertragungstechnik und Protokolle, Anwendungen und Dienste, Sicherheit. Books on Demand; 1. Auflage, 2004</li> <li>- Wüst, K.: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen und Programmierung von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Vieweg Verlag; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2006</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1551: Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God, Dr. Sylvia Melzer
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziele der problemorientierten Lehrveranstaltung sind der Erwerb von Kenntnissen zum Vorgehen beim Systementwurf mittels der formalen Sprachen SysML/UML, das Kennenlernen von Werkzeugen zur Modellierung und schließlich die Durchführung eines Projekts mit Methoden und Werkzeugen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) auf einer realistischen Hardwareplattform (z.B. Arduino®, Raspberry Pi®):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist ein Modell?</li> <li>• Was ist Systems Engineering?</li> <li>• Überblick zu MBSE Methodiken</li> <li>• Die Modellierungssprachen SysML/UML</li> <li>• Werkzeuge für das MBSE</li> <li>• Vorgehensweisen beim MBSE</li> <li>• Anforderungsspezifikation, funktionale Architektur, Lösungsspezifikation</li> <li>• Vom Modell zum Softwarecode</li> <li>• Validierung und Verifikation: XiL-Methoden</li> <li>• Begleitendes MBSE-Projekt</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript zur Vorlesung</li> <li>- Weilkiens, T.: Systems Engineering mit SysML/UML: Modellierung, Analyse, Design. 2. Auflage, dpunkt.Verlag, 2008</li> <li>- Holt, J., Perry, S.A., Brownword, M.: Model-Based Requirements Engineering. Institution Engineering &amp; Tech, 2011</li> </ul>

## Modul M1043: Ausgewählte Themen der Flugzeug-Systemtechnik

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Ermüdung und Schadenstoleranz (L0310)	Vorlesung	2	3
Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen - Strukturmechanik (L1514)	Vorlesung	2	3
Leichtbaupraktikum (L1258)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Luftsicherheit (L1549)	Vorlesung	2	2
Luftsicherheit (L1550)	Gruppenübung	1	1
Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung (L0950)	Vorlesung	2	2
Strahltriebwerke (L0908)	Vorlesung	2	3
Systemsimulation (L1820)	Vorlesung	2	2
Systemsimulation (L1821)	Hörsaalübung	1	2
Werkstoffprüfung (L0949)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L0176)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit in der Maschinendynamik (L1303)	Gruppenübung	1	2
Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen (L1554)	Vorlesung	2	2
Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen (L1555)	Gruppenübung	1	1
Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen (L0749)	Vorlesung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Frank Thielecke
------------------------------	-----------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlegende Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik</li> <li>• Mechanik</li> <li>• Thermodynamik</li> <li>• Elektrotechnik</li> <li>• Hydraulik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul>
---------------------------------	--

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Spezialgebiete der Systemtechnik, des Lufttransportsystems und der Werkstoffwissenschaften zu verorten.</li> <li>• Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen grundlegende Modelle und Verfahren erklären.</li> <li>• Die Studierenden können forschungsbezogenes und technologisches Wissen miteinander in Beziehung setzen.</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können in ausgewählten ingenieurtechnischen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden.
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	
	Studierende können selbstständig auswählen, welche Kenntnisse und Fähigkeiten sie durch die Wahl der geeigneten Fächer vertiefen.

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
----------------------------------	---

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und
--	--

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Avionik und Eingebettete Systeme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L0310: Fatigue &amp; Damage Tolerance</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Martin Flamm
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Design principles, fatigue strength, crack initiation and crack growth, damage calculation, counting methods, methods to improve fatigue strength, environmental influences
<b>Literatur</b>	Jaap Schijve, Fatigue of Structures and Materials. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 2001 E. Haibach. Betriebsfestigkeit Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. VDI-Verlag, Düsseldorf, 1989

<b>Lehrveranstaltung L1514: Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen - Strukturmechanik</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Benedikt Kriegesmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Grundlagen der Elastizitätstheorie anisotroper Körper</b></p> <p>Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen; Gleichgewicht; Kinematik; Verallgemeinertes Hookesches Gesetz</p> <p><b>Verhalten einer Laminat-Einzelschicht</b></p> <p>Materialgesetz der Einzelschicht; Anisotropie und Koppeleffekte; Materialsymmetrien; Ingenieurkonstanten; Ebener Spannungszustand; Transformationsregeln</p> <p><b>Grundlagen der Mikromechanik der Einzelschicht</b></p> <p>Repräsentative Einheitszelle; Ermittlung effektiver Materialkonstanten; Effektive Steifigkeiten der Laminat-Einzelschicht</p> <p><b>Klassische Laminattheorie</b></p>

	<p>Bezeichnungen und Laminat-Code; Kinematik und Verschiebungsfeld; Verzerrungen und Spannungen; Spannungsergebnisse; Konstitutive Gleichungen und Koppeffekte; Spezielle Lamine und deren Verhalten; Effektive Laminat-Eigenschaften</p> <p><b>Festigkeit von Laminaten</b></p> <p><b>Inhalt</b> Grundlegendes Konzept; Phänomenologische Versagenskriterien: Maximalkriterien, Tsai-Hill, Tsai-Wu, Puck, Hashin</p> <p><b>Biegung von Laminaten</b></p> <p>Differentialgleichungen; Randbedingungen; Naviersche Lösungen; Lévy'sche Lösungen</p> <p><b>Spannungskonzentrations-Probleme</b></p> <p>Randeffekte; Spannungskonzentrationen an Löchern, Rissen, Delaminationen; Aspekte der Versagensbewertung</p> <p><b>Stabilität dünnwandiger Laminat-Strukturen</b></p> <p>Beulen anisotroper Platten und Schalen; Einfluss des Lastfalles; Einfluss der Randbedingungen; Exakte transzendente Lösungen und deren Behandlung; Beulen ausgesteifter Lamine; Mindeststeifigkeiten; Lokales Beulen von Trägerprofilen</p> <p><b>Hausübung (Ausarbeitung erforderlich)</b></p> <p>Bewertung eines dünnwandigen Composite-Laminat-Trägers unter verschiedenen Auslegungskriterien</p>
<p><b>Literatur</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, aktuelle Auflage.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, , aktuelle Auflage.</li> <li>• Reddy, J.N., „Mechanics of Composite Laminated Plates and Shells“, CRC Publishing, Boca Raton et al., current edition.</li> <li>• Jones, R.M., „Mechanics of Composite Materials“, Scripta Book Co., Washington, current edition.</li> <li>• Timoshenko, S.P., Gere, J.M., „Theory of elastic stability“, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, current edition.</li> <li>• Turvey, G.J., Marshall, I.H., „Buckling and postbuckling of composite plates“, Chapman and Hall, London, current edition.</li> <li>• Herakovich, C.T., „Mechanics of fibrous composites“, John Wiley and Sons, Inc., New York, current edition.</li> <li>• Mittelstedt, C., Becker, W., „Strukturmechanik ebener Lamine“, aktuelle Auflage.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1258: Leichtbaupraktikum</b>	
<b>Typ</b>	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Dieter Krause
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Entwicklung eines Faserverbund-Sandwichbauteils</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeiten in die Themengebiete Faserkunststoffverbunde (FKV) und Leichtbau</li> <li>• Konstruktion und Auslegung eines FKV-Sandwich-Bauteils unter Anwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM)</li> <li>• Ermitteln von Werkstoffdaten an Materialproben</li> <li>• Eigenhändiger Bau der FKV-Struktur im Labor</li> <li>• Test der entwickelten Bauteile</li> <li>• Präsentation des Konzepts</li> <li>• Selbstorganisiertes Arbeiten in Teams</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schürmann, H., „Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden“, Springer, Berlin, 2005.</li> <li>• Puck, A., „Festigkeitsanalyse von Faser-Matrix-Laminaten“, Hanser, München, Wien, 1996.</li> <li>• R&amp;G, „Handbuch Faserverbundwerkstoffe“, Waldenbuch, 2009.</li> <li>• VDI 2014 „Entwicklung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbund“</li> <li>• Ehrenstein, G. W., „Faserverbundkunststoffe“, Hanser, München, 2006.</li> <li>• Klein, B., „Leichtbau-Konstruktion“, Vieweg &amp; Sohn, Braunschweig, 1989.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 1: Elemente“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986.</li> <li>• Wiedemann, J., „Leichtbau Band 2: Konstruktion“, Springer, Berlin, Heidelberg, 1986.</li> <li>• Backmann, B.F., „Composite Structures, Design, Safety and Innovation“, Oxford (UK), Elsevier, 2005.</li> <li>• Krause, D., „Leichtbau“, In: Handbuch Konstruktion, Hrsg.: Rieg, F., Steinhilper, R., München, Carl Hanser Verlag, 2012.</li> <li>• Schulte, K., Fiedler, B., „Structure and Properties of Composite Materials“, Hamburg, TUHH - TuTech Innovation GmbH, 2005.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1549: Luftsicherheit</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung</li> <li>• Die besondere Rolle des Luftverkehrs</li> <li>• Motive und Angriffsvektoren</li> <li>• Faktor Mensch</li> <li>• Bedrohungen und Risiko</li> <li>• Verordnungen, Regulierungen und Gesetze</li> <li>• Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben</li> <li>• Passagier- und Gepäckkontrollen</li> <li>• Frachtkontrollen und sichere Lieferkette</li> <li>• Sicherungstechnologien</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Gjemulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011</p> <p>- Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008</p>

<b>Lehrveranstaltung L1550: Luftsicherheit</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Aufgaben und Maßnahmen zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des zivilen Lufttransportsystems. Die Aufgaben und Maßnahmen werden im Kontext der drei Systemteile Mensch, Technik und Organisation herausgearbeitet.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Luftsicherheit. Die Luftsicherheit ist eine notwendige Voraussetzung für einen wirtschaftlich erfolgreichen Luftverkehr. Das Risikomanagement für das Gesamtsystem gelingt nur mit einem integrierten Ansatz, welcher Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung</li> <li>• Die besondere Rolle des Luftverkehrs</li> <li>• Motive und Angriffsvektoren</li> <li>• Faktor Mensch</li> <li>• Bedrohungen und Risiko</li> <li>• Verordnungen, Regulierungen und Gesetze</li> <li>• Organisation und Vollzug der Luftsicherheitsaufgaben</li> <li>• Passagier- und Gepäckkontrollen</li> <li>• Frachtkontrollen und sichere Lieferkette</li> <li>• Sicherungstechnologien</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>- Giemulla, E.M., Rothe B.R. (Hrsg.): Handbuch Luftsicherheit. Universitätsverlag TU Berlin, 2011</p> <p>- Thomas, A.R. (Ed.): Aviation Security Management. Praeger Security International, 2008</p>

<b>Lehrveranstaltung L0950: Mechanismen, Systeme und Verfahren der Werkstoffprüfung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Dr. Jan Oke Peters
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Vermittlung grundlegender und spezieller Prüfverfahren zur sicheren Beurteilung von Werkstoffen; sowie die Befähigung, für ein Bauteil-/Werkstoffproblem ein geeignetes Prüfprogramm auszuwählen und die Ergebnisse bzgl. Bauteil-/Werkstoffbeschaffenheit zu analysieren und zu diskutieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannungs-Dehnungs-Zusammenhänge</li> <li>• DMS-Messtechnik</li> <li>• Viskoelastisches Verhalten</li> <li>• Zugversuch (Verfestigung, Einschnürung, Dehnrage)</li> <li>• Druckversuch, Biegeversuch, Torsionsversuch</li> <li>• Rissausbreitung bei statischer Belastung (J-Integral)</li> <li>• Rissausbreitung bei zyklischer Belastung (Mikro- und Makrorissausbreitung)</li> <li>• Einfluss von Kerben</li> <li>• Kriechversuch (Physikalischer Kriechversuch, Spannungs- und Temperatureinfluss, Larson-Miller-Parameter)</li> <li>• Verschleißuntersuchung</li> <li>• Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung in der Triebwerksüberholung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg</li> <li>• G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill</li> <li>• R. Bürgel: Lehr- und Übungsbuch Festigkeitslehre, Vieweg</li> <li>• R. Bürgel: Werkstoffe sicher beurteilen und richtig einsetzen, Vieweg</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L0908: Strahltriebwerke</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Burkhard Andrich
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreisprozess der Gasturbine</li> <li>• Thermodynamik der Komponenten</li> <li>• Flügel-, Gitter-, Stufenauslegung</li> <li>• Betriebsverhalten der Komponenten</li> <li>• Kriterien der Auslegung von Strahltriebwerken</li> <li>• Entwicklungstrends von Gasturbinen und Strahltriebwerken</li> <li>• Wartung von Strahltriebwerken</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bräunling: Flugzeugtriebwerke</li> <li>• Engmann: Technologie des Fliegens</li> <li>• Kerrebrock: Aircraft Engines and Gas Turbines</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1820: Systemsimulation</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Stefan Wischhusen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Alle TeilnehmerInnen müssen ein Notebook mitbringen, um OpenModelica zu installieren und dieses Programm in der Lehrveranstaltung zu nutzen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die physikalische Modellierung</li> <li>• Frage der Modellierung und der Grenzen der Modellierung</li> <li>• Frage der Zeitkonstanten, Steifigkeit, Stabilität, Schrittweitenwahl</li> <li>• Begriffe der objektorientierten Programmierung</li> <li>• Differenzialgleichungen einfacher Systeme</li> <li>• Einführung in Modelica</li> <li>• Einführung in das Simulationswerkzeug</li> <li>• Beispiel: Wärmeleitung</li> <li>• Systembeispiel</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>[1] Modelica Association: "Modelica Language Specification - Version 3.3", Linköping, Sweden, 2 0 1 2</p> <p>[2] M. Tiller: "Modelica by Example", <a href="http://book.xogeny.com">http://book.xogeny.com</a>, 2014.</p> <p>[3] M. Otter, H. Elmqvist, et al.: "Objektorientierte Modellierung Physikalischer Systeme", at- Automatisierungstechnik (german), Teil 1 - 17, Oldenbourg Verlag, 1999 - 2000.</p> <p>[4] P. Fritzson: "Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3", Wiley-IEEE Press, New York, 2015.</p> <p>[5] P. Fritzson: "Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems with Modelica", Wiley, New York, 2011.</p>

<b>Lehrveranstaltung L1821: Systemsimulation</b>	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 min
<b>Dozenten</b>	Dr. Stefan Wischhusen
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L0949: Werkstoffprüfung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Dr. Jan Oke Peters
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p>Vorstellung und Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Methoden der mechanischen als auch zerstörungsfreien Prüfung von Werkstoffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchungsmethodik bei mechanischen Werkstoffproblemen</li> <li>• Bestimmung elastischer Konstanten</li> <li>• Zugversuch</li> <li>• Schwingversuch (Versuche mit konstanter Spannung, Dehnung oder plastischer Dehnung, Zeitschwingfestigkeit, Dauerschwingfestigkeit, Mittelspannungseinfluss)</li> <li>• Rissausbreitung bei statischer Belastung (Spannungsintensitätsfaktor, Bruchzähigkeit)</li> <li>• Kriechversuch und Zeitstandfestigkeit</li> <li>• Härtemessung</li> <li>• Kerbschlagbiegeversuch</li> <li>• Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>E. Macherauch: Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg                      G. E. Dieter: Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill</p>

<b>Lehrveranstaltung L0176: Reliability in Engineering Dynamics</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min.
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Method for calculation and testing of reliability of dynamic machine systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modeling</li> <li>• System identification</li> <li>• Simulation</li> <li>• Processing of measurement data</li> <li>• Damage accumulation</li> <li>• Test planning and execution</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Bertsche, B.: Reliability in Automotive and Mechanical Engineering. Springer, 2008. ISBN: 978-3-540-33969-4</p> <p>Inman, Daniel J.: Engineering Vibration. Prentice Hall, 3rd Ed., 2007. ISBN-13: 978-0132281737</p> <p>Dresig, H., Holzweißig, F.: Maschinendynamik, Springer Verlag, 9. Auflage, 2009. ISBN 3540876936.</p> <p>VDA (Hg.): Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten. Band 3 Teil 2, 3. überarbeitete Auflage, 2004. ISSN 0943-9412</p>

<b>Lehrveranstaltung L1303: Reliability in Engineering Dynamics</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 min
<b>Dozenten</b>	Prof. Uwe Weltin
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

<b>Lehrveranstaltung L1554: Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zur Entwicklung, zur Aufbau- und Verbindungstechnik und zur Herstellung von elektronischen Baugruppen für sicherheitskritische Anwendungen. Auf Bauteil-, Baugruppen- und Systemebene wird gezeigt, wie bei im Flugzeug einzusetzender Elektronik die spezifizierten Sicherheitsziele erreicht werden können. Aktuelle Herausforderungen, wie z.B. Bauteilverfügbarkeit, Bauteilfälschungen und der Einsatz von components off-the-shelf (COTS) werden diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zur Rolle von Elektronik in der Luftfahrt</li> <li>• Systemebenen: Vom Silizium zum mechatronischen Systemen</li> <li>• Halbleiterbauelemente, Baugruppen, Systeme</li> <li>• Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)</li> <li>• Systemintegration in der Elektronik: Anforderungen an die AVT</li> <li>• Methoden und Techniken der AVT</li> <li>• Fehlerbilder bei Baugruppen und Vermeidung von Fehlern</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse bei Baugruppen</li> <li>• Zuverlässigkeit von Avionik</li> <li>• COTS, ROTS, MOTS und das F<sup>3</sup>I-Konzept</li> <li>• Zukünftige Herausforderungen der Elektronik</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>Hanke, H.-J.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Leiterplatten. Verlag Technik, 1994</p> <p>Scheel, W.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Montage. Verlag Technik, 1999</p>

Lehrveranstaltung L1555: Zuverlässigkeit von Avionik-Baugruppen	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Ralf God
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zur Entwicklung, zur Aufbau- und Verbindungstechnik und zur Herstellung von elektronischen Baugruppen für sicherheitskritische Anwendungen. Auf Bauteil-, Baugruppen- und Systemebene wird gezeigt, wie bei im Flugzeug einzusetzender Elektronik die spezifizierten Sicherheitsziele erreicht werden können. Aktuelle Herausforderungen, wie z.B. Bauteilverfügbarkeit, Bauteilfälschungen und der Einsatz von components off-the-shelf (COTS) werden diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zur Rolle von Elektronik in der Luftfahrt</li> <li>• Systemebenen: Vom Silizium zum mechatronischen Systemen</li> <li>• Halbleiterbauelemente, Baugruppen, Systeme</li> <li>• Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)</li> <li>• Systemintegration in der Elektronik: Anforderungen an die AVT</li> <li>• Methoden und Techniken der AVT</li> <li>• Fehlerbilder bei Baugruppen und Vermeidung von Fehlern</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse bei Baugruppen</li> <li>• Zuverlässigkeit von Avionik</li> <li>• COTS, ROTS, MOTS und das F<sup>3</sup>I-Konzept</li> <li>• Zukünftige Herausforderungen der Elektronik</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>- Skript zur Vorlesung</p> <p>Hanke, H.-J.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Leiterplatten. Verlag Technik, 1994</p> <p>Scheel, W.: Baugruppenttechnologie der Elektronik. Montage. Verlag Technik, 1999</p>

<b>Lehrveranstaltung L0749: Zuverlässigkeit von Flugzeugsystemen</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Prüfungsart</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	90 Minuten
<b>Dozenten</b>	Prof. Frank Thielecke, Dr. Andreas Vahl, Dr. Uwe Wieczorek
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Methoden der Zuverlässigkeit und Sicherheit (Regelwerke, Nachweisforderungen)</li> <li>• Grundlagen zur Analyse der Zuverlässigkeitsanalyse (FMEA, Fehlerbaum, Funktions- und Gefahrenanalyse)</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse von elektrischen und mechanischen Systemen</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS 25.1309</li> <li>• SAE ARP 4754</li> <li>• SAE ARP 4761</li> </ul>

## Modul M1339: Entwurfsoptimierung und probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Entwurfsoptimierung und Probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik (L1873)	Vorlesung	2	3
Entwurfsoptimierung und Probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik (L1874)	Hörsaalübung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Benedikt Kriegesmann
------------------------------	----------------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technische Mechanik</li> <li>Höhere Mathematik</li> </ul>
---------------------------------	--

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entwurfsoptimierung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Gradientenbasierte Verfahren</li> <li>Genetische Algorithmen</li> <li>Optimierung unter Nebenbedingungen</li> <li>Topologieoptimierung</li> </ul> </li> <li>Zuverlässigkeitsanalyse                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der Stochastik</li> <li>Monte-Carlo-Methoden</li> <li>Semi-analytische Verfahren</li> </ul> </li> <li>Robustheitsoptimierung Entwurfsoptimierung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Robustheitsmaße</li> <li>Verknüpfung von Entwurfsoptimierung Zuverlässigkeitsanalyse</li> </ul> </li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendung von Optimierungsalgorithmen und probabilistischen Methoden im Strukturentwurf</li> <li>Programmieren mit Matlab</li> <li>Implementieren von Algorithmen</li> <li>Fehlersuche</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeiten im Team (Hausarbeit)</li> <li>Mündliche Verteidigung der eigenen Arbeit</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anwenden der erlernten Methoden im Rahmen einer Hausarbeit</li> <li>Einarbeitung in vorgegebenen Quellcode</li> <li>Darstellen der Lösungswege und Ergebnisse</li> </ul>

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Studienleistung</b>	Keine
------------------------	-------

<b>Prüfung</b>	Schriftliche Ausarbeitung
----------------	---------------------------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	10 Seiten
----------------------------------	-----------

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht
---	--

Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht  
 Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht

**Lehrveranstaltung L1873: Entwurfsoptimierung und Probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik**

<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Benedikt Kriegesmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Im Kurs werden theoretischen Grundlagen der Entwurfsoptimierung und Zuverlässigkeitsanalyse vermittelt, der Fokus liegt jedoch auf dem Anwendungsbezug dieser Verfahren. Die Inhalte werden in Veranstaltungen vermittelt, die sowohl Vorlesungskomponenten als auch Rechnerübungen enthalten. In den Rechnerübungen werden die erlernten Methoden in Matlab implementiert, um deren praktische Umsetzung zu vermitteln.</p> <p>Folgende Inhalte werden im Kurs behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurfsoptimierung                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Gradientenbasierte Verfahren</li> <li>◦ Genetische Algorithmen</li> <li>◦ Optimierung unter Nebenbedingungen</li> <li>◦ Topologieoptimierung</li> </ul> </li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundlagen der Stochastik</li> <li>◦ Monte-Carlo-Methoden</li> <li>◦ Semi-analytische Verfahren</li> </ul> </li> <li>• Robustheitsoptimierung Entwurfsoptimierung                         <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Robustheitsmaße</li> <li>◦ Verknüpfung von Entwurfsoptimierung Zuverlässigkeitsanalyse</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>[1] Arora, Jasbir. Introduction to Optimum Design. 3rd ed. Boston, MA: Academic Press, 2011.</p> <p>[2] Haldar, A., and S. Mahadevan. Probability, Reliability, and Statistical Methods in Engineering Design. John Wiley &amp; Sons New York/Chichester, UK, 2000.</p>

**Lehrveranstaltung L1874: Entwurfsoptimierung und Probabilistische Verfahren in der Strukturmechanik**

<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Benedikt Kriegesmann
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Matlab-Übungen zur Vorlesung
<b>Literatur</b>	siehe Vorlesung

## Modul M1343: Fibre-polymer-composites

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L1894)	Vorlesung	2	3
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (L1893)	Vorlesung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Bodo Fiedler
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Basics: chemistry / physics / materials science
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
<b>Fachkompetenz</b>	<p>Students can use the knowledge of fiber-reinforced composites (FRP) and its constituents to play (fiber / matrix) and define the necessary testing and analysis.</p> <p><i>Wissen</i> They can explain the complex relationships structure-property relationship and the interactions of chemical structure of the polymers, their processing with the different fiber types, including to explain neighboring contexts (e.g. sustainability, environmental protection).</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students are capable of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• using standardized calculation methods in a given context to mechanical properties (modulus, strength) to calculate and evaluate the different materials.</li> <li>• approximate sizing using the network theory of the structural elements implement and evaluate.</li> <li>• selecting appropriate solutions for mechanical recycling problems and sizing example stiffness, corrosion resistance.</li> </ul>
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p><i>Sozialkompetenz</i> Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arrive at funded work results in heterogenous groups and document them.</li> <li>• provide appropriate feedback and handle feedback on their own performance constructively.</li> </ul> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- assess their own strengths and weaknesses.</li> <li>- assess their own state of learning in specific terms and to define further work steps on this basis.</li> <li>- assess possible consequences of their professional activity.</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Klausur
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	180 min
	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Werkstofftechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L1894: Structure and properties of fibre-polymer-composites</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microstructure and properties of the matrix and reinforcing materials and their interaction</li> <li>- Development of composite materials</li> <li>- Mechanical and physical properties</li> <li>- Mechanics of Composite Materials</li> <li>- Laminate theory</li> <li>- Test methods</li> <li>- Non destructive testing</li> <li>- Failure mechanisms</li> <li>- Theoretical models for the prediction of properties</li> <li>- Application</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Dekker, New York

<b>Lehrveranstaltung L1893: Design with fibre-polymer-composites</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Bodo Fiedler
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Designing with Composites: Laminate Theory; Failure Criteria; Design of Pipes and Shafts; Sandwich Structures; Notches; Joining Techniques; Compression Loading; Examples
<b>Literatur</b>	Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard , Hanser Verlag

## M o d u l M1340: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit (L1669)	Vorlesung	3	4
Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit (L1877)	Gruppenübung	2	2

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Christian Schuster
------------------------------	--------------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundlagen der Physik und Elektrotechnik
---------------------------------	--

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Die Studierenden können die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, Zusammenhänge und Methoden im Bereich des Entwurfs von Wellenleitern und Antennen sowie der Elektromagnetischen Verträglichkeit wiedergeben und erklären. Spezifische Themen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektrischer Schaltungen</li> <li>- Wechselstromanalyse elektrischer Schaltungen</li> <li>- Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektromagnetischer Felder und Wellen</li> <li>- Beschreibung elektromagnetischer Felder und Wellen bei zeitlich harmonischer Anregung</li> <li>- Nützliche Hochfrequenz-Netzwerkparameter</li> <li>- Elektrisch lange Leitungen und wichtige Ergebnisse der Leitungstheorie</li> <li>- Ausbreitung, Superposition, Reflektion und Brechung ebener Wellen</li> <li>- Allgemeine Theorie der Wellenleiter</li> <li>- Wichtigste Bauformen von Wellenleitern und ihre Eigenschaften</li> <li>- Abstrahlung und grundlegende Antennenparameter</li> <li>- Wichtigste Bauformen von Antennen und ihre Eigenschaften</li> <li>- Numerische Methoden und CAD-Werkzeuge des Wellenleiter- und Antennenentwurfs</li> <li>- Prinzipien der Elektromagnetischen Verträglichkeit</li> <li>- Kopplungsmechanismen und Gegenmaßnahmen</li> <li>- Schirmung, Erdung, Filterung</li> <li>- Standards und Regulatorisches</li> <li>- EMV-Messtechniken</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden können eine Reihe von Verfahren und Modellen zur Beschreibung und zur Auswahl von Wellenleitern und Antennen anwenden. Dafür können Sie deren elementare elektromagnetische Eigenschaften einschätzen und beurteilen. Sie können Erkenntnisse und Strategien aus dem Feld der Elektromagnetischen Verträglichkeit auf die Entwicklung von elektrischen Komponenten und Systemen anwenden.</p>
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	<p>Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise auf Englisch präsentieren (z.B. während Kleingruppenübungen).</p>
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>Die Studierenden sind in der Lage, Informationen aus einschlägigen Fachpublikationen zu gewinnen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Theoretischer Elektrotechnik, Grundlagen der Elektrotechnik oder Physik) zu verknüpfen. Sie können technische Probleme und physikalische Effekte auf Englisch diskutieren.</p>

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
<b>Leistungspunkte</b>	6
<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	45 min
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	<p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht</p> <p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht</p> <p>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht</p> <p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht</p> <p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht</p> <p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht</p> <p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht</p> <p>General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht</p> <p>General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht</p> <p>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht</p>

<b>Lehrveranstaltung L1669: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	4
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Christian Schuster
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	<p>Diese Vorlesung ist gedacht als Einführung in die Gebiete der Wellenausbreitung, -führung, - aussendung, und -empfang sowie der Elektromagnetischen Verträglichkeit. Die Themen der Vorlesung werden von Nutzen sein für alle Ingenieure/-innen, die technische Herausforderungen im Bereich der hochfrequenten / hochratigen Übermittlung von Daten in solchen Gebieten wie Medizintechnik, Automobiltechnik oder Avionik meistern müssen. Sowohl Schaltungs- als auch Feldkonzepte der Wellenausbreitung und der Elektromagnetischen Verträglichkeit werden eingeführt und besprochen.</p> <p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektrischer Schaltungen</li> <li>- Wechselstromanalyse elektrischer Schaltungen</li> <li>- Fundamentale Eigenschaften und Phänome elektromagnetischer Felder und Wellen</li> <li>- Beschreibung elektromagnetischer Felder und Wellen bei zeitlich harmonischer Anregung</li> <li>- Nützliche Hochfrequenz-Netzwerkparameter</li> <li>- Elektrisch lange Leitungen und wichtige Ergebnisse der Leitungstheorie</li> <li>- Ausbreitung, Superposition, Reflektion und Brechung ebener Wellen</li> <li>- Allgemeine Theorie der Wellenleiter</li> <li>- Wichtigste Bauformen von Wellenleitern und ihre Eigenschaften</li> <li>- Abstrahlung und grundlegende Antennenparameter</li> <li>- Wichtigste Bauformen von Antennen und ihre Eigenschaften</li> <li>- Numerische Methoden und CAD-Werkzeuge des Wellenleiter- und Antennenentwurfs</li> <li>- Prinzipien der Elektromagnetischen Verträglichkeit</li> <li>- Kopplungsmechanismen und Gegenmaßnahmen</li> <li>- Schirmung, Erdung, Filterung</li> <li>- Standards und Regulatorisches</li> <li>- EMV-Messtechniken</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zinke, Brunswig, "Hochfrequenztechnik 1", Springer (1999)</li> <li>- J. Detlefsen, U. Siart, "Grundlagen der Hochfrequenztechnik", Oldenbourg (2012)</li> <li>- D. M. Pozar, "Microwave Engineering", Wiley (2011)</li> <li>- Y. Huang, K. Boyle, "Antenna: From Theory to Practice", Wiley (2008)</li> <li>- H. Ott, "Electromagnetic Compatibility Engineering", Wiley (2009)</li> <li>- A. Schwab, W. Kürner, "Elektromagnetische Verträglichkeit", Springer (2007)</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1877: Einführung in Wellenleiter, Antennen und Elektromagnetische Verträglichkeit</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Christian Schuster
<b>Sprachen</b>	DE/EN
<b>Zeitraum</b>	SoSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1032: Flughafenplanung und Betrieb

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Flughafenbetrieb (L1276)	Vorlesung	3	3
Flughafenplanung (L1275)	Vorlesung	2	2
Flughafenplanung (L1469)	Gruppenübung	1	1

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Volker Gollnick
------------------------------	-----------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bachelor Mech. Eng.</li> <li>Vordiplom Maschinenbau</li> <li>Vorlesung Lufttransportsysteme</li> </ul>
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rechtliche Grundlagen der Planung und des Betriebs eines Flughafens</li> <li>2. Auslegung eines Flughafens inkl. planungsrechtlicher Grundlagen</li> <li>3. Betrieb eines Flughafens im Terminal, auf dem Vorfeld</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verstehen verschiedenster interdisziplinärer Wechselwirkungen</li> <li>Fähigkeit zur Planung und Auslegung eines Flughafens</li> <li>Fähigkeit zur Modellierung und Bewertung des Flughafenbetriebs</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeiten in interdisziplinären Teams</li> <li>Kommunikation</li> </ul> <p>Organisation von Arbeitsabläufen und -strategien</p>
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	
<i>Sozialkompetenz</i>	
<i>Selbstständigkeit</i>	

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
----------------------------------	------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Studienleistung</b>	Keine
------------------------	-------

<b>Prüfung</b>	Klausur
----------------	---------

<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min
----------------------------------	---------

<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II, Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht
---	---

<b>Lehrveranstaltung L1276: Flughafenbetrieb</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Peter Willems (geb. Bießlich)
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	FA-F Flugbetrieb Flugbetrieb - Produktion Infrastruktur Betrieb Planung Masterplanung Flughafenkapazität Bodenverkehrsdienste Terminalbetrieb
<b>Literatur</b>	Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, McGraw Hill, 2003

<b>Lehrveranstaltung L1275: Flughafenplanung</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	2
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Hüp
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung, Definitionen, Rahmen, Überblick</li> <li>2. Start- und Landebahnsysteme</li> <li>3. Luftraumstrukturen rund um den Flughafen</li> <li>4. Befeuerung, Markierungen, Beschilderung</li> <li>5. Vorfeld- und Terminalkonfigurationen</li> </ol>
<b>Literatur</b>	<p>N. Ashford, Martin Stanton, Clifton Moore: Airport Operations, John Wiley &amp; Sons, 1991</p> <p>Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, Aviation Week Books, MacGraw Hill, 2003</p>

<b>Lehrveranstaltung L1469: Flughafenplanung</b>	
<b>Typ</b>	Gruppenübung
<b>SWS</b>	1
<b>LP</b>	1
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
<b>Dozenten</b>	Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Hüp
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

## Modul M1024: Methoden der integrierten Produktentwicklung

### Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Integrierte Produktentwicklung II (L1254)	Vorlesung	3	3
Integrierte Produktentwicklung II (L1255)	Projekt- /problembasierte Lehrveranstaltung	2	3

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dieter Krause
------------------------------	---------------------

<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine
----------------------------------	-------

<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Grundkenntnisse der Integrierten Produktentwicklung und CAE-Anwendung
---------------------------------	---

<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

<b>Fachkompetenz</b>	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fachbegriffe der Konstruktionsmethodik zu erklären,</li> <li>wesentliche Elemente des Konstruktionsmanagements zu beschreiben,</li> <li>aktuelle Problemstellungen und den gegenwärtigen Forschungsstand der integrierten Produktentwicklung zu beschreiben.</li> </ul>
<i>Wissen</i>	
<b>Fertigkeiten</b>	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>für die nicht standardisierte Lösung eines Problems eine geeignete Konstruktionsmethode auszuwählen und anzuwenden sowie an neue Randbedingungen anzupassen,</li> <li>Problemstellungen der Produktentwicklung mit Hilfe einer workshopbasierten Vorgehensweise zu lösen,</li> <li>Moderationstechniken situationsspezifisch auszuwählen und durchzuführen.</li> </ul>
<i>Fertigkeiten</i>	
<b>Personale Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teamsitzungen und Moderationsprozesse vorzubereiten und anzuleiten,</li> <li>in Gruppenarbeitsprozessen komplexe Aufgaben gemeinsam zu bearbeiten,</li> <li>Probleme und Lösungen vor Fachpersonen vertreten und Ideen weiterzuentwickeln.</li> </ul>
<i>Sozialkompetenz</i>	
<b>Selbstständigkeit</b>	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>strukturiertes Feedback zu geben und kritisches Feedback anzunehmen,</li> <li>angenommenes Feedback eigenständig umzusetzen.</li> </ul>
<i>Selbstständigkeit</i>	

<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
----------------------------------	-------------------------------------

<b>Leistungspunkte</b>	6
------------------------	---

<b>Studienleistung</b>	Keine
<b>Prüfung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	30 Minuten
<b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b>	<p>Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Kabinensysteme: Wahlpflicht                  Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und                  Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht                  Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II.                  Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht                  Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung                  Produktentwicklung: Pflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion:                  Wahlpflicht                  Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe:                  Wahlpflicht                  Theoretischer Maschinenbau: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht                  Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und                  Produktion: Wahlpflicht</p>

<b>Lehrveranstaltung L1254: Integrierte Produktentwicklung II</b>	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	3
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
<b>Dozenten</b>	Prof. Dieter Krause
<b>Sprachen</b>	DE
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<p><b>Vorlesung</b></p> <p><b>Die Vorlesung erweitert und vertieft die im Modul „Integrierte Produktentwicklung und Leichtbau“ erlernten Inhalte und baut auf den dort erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf.</b></p> <p>Themen der Vorlesung sind insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden der Produktentwicklung,</li> <li>• Moderationstechniken,</li> <li>• Industrial Design,</li> <li>• variantengerechte Produktgestaltung,</li> <li>• Modularisierungsmethoden,</li> <li>• Konstruktionskataloge,</li> <li>• angepasste QFD-Matrix,</li> <li>• systematische Werkstoffauswahl,</li> <li>• montagegerechtes Konstruieren,</li> </ul> <p>Konstruktionsmanagement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CE-Kennzeichnung, Konformitätserklärung inkl. Gefährdungsbeurteilung,</li> <li>• Patentwesen, Patentrechte, Patentüberwachung</li> <li>• Projektmanagement (Kosten, Zeit, Qualität) und Eskalationsprinzipien,</li> <li>• Entwicklungsmanagement Mechatronik,</li> <li>• Technisches Supply Chain Management.</li> </ul> <p><b>Übung (PBL)</b></p> <p>In der Übung werden die in der Vorlesung Integrierte Produktentwicklung II vorgestellten Inhalte und Methoden der Produktentwicklung und des Konstruktionsmanagement weiter vertieft.</p> <p>Die Studierenden erlernen über industrienaher Praxisbeispiele ein selbstständig moderiertes und Workshop basiertes Vorgehen zur Lösung komplexer, aktuell</p>

	<p>bestehender Sachverhalte in der Produktentwicklung. Sie erlernen die Fähigkeit, selbstständig wichtige Methoden der Produktentwicklung und des Konstruktionsmanagements anzuwenden, und erwerben so weiterführende Fachkompetenzen auf dem Gebiet der Integrierten Produktentwicklung. Daneben werden personale Kompetenzen, wie Teamfähigkeit, Führen von Diskussionen und Vertreten von Arbeitsergebnissen durch den workshopbasierten Aufbau der Veranstaltung unter eigener Planung und Leitung erworben.</p>
<p><b>Literatur</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andreasen, M.M., Design for Assembly, Berlin, Springer 1985.</li> <li>• Ashby, M. F.: Materials Selection in Mechanical Design, München, Spektrum 2007.</li> <li>• Beckmann, H.: Supply Chain Management, Berlin, Springer 2004.</li> <li>• Hartmann, M., Rieger, M., Funk, R., Rath, U.: Zielgerichtet moderieren. Ein Handbuch für Führungskräfte, Berater und Trainer, Weinheim, Beltz 2007.</li> <li>• Pahl, G., Beitz, W.: Konstruktionslehre, Berlin, Springer 2006.</li> <li>• Roth, K.H.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Band 1-3, Berlin, Springer 2000.</li> <li>• Simpson, T.W., Siddique, Z., Jiao, R.J.: Product Platform and Product Family Design. Methods and Applications, New York, Springer 2013.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung L1255: Integrierte Produktentwicklung II</b>	
<p><b>Typ</b></p>	<p>Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung</p>
<p><b>SWS</b></p>	<p>2</p>
<p><b>LP</b></p>	<p>3</p>
<p><b>Arbeitsaufwand in Stunden</b></p>	<p>Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28</p>
<p><b>Dozenten</b></p>	<p>Prof. Dieter Krause</p>
<p><b>Sprachen</b></p>	<p>DE</p>
<p><b>Zeitraum</b></p>	<p>WiSe</p>
<p><b>Inhalt</b></p>	<p>Siehe korrespondierende Vorlesung</p>
<p><b>Literatur</b></p>	<p>Siehe korrespondierende Vorlesung</p>

Modul M0808: Finite Elements Methods				
<b>Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Titel</b>		<b>Typ</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>
Finite-Elemente-Methoden (L0291)		Vorlesung	2	3
Finite-Elemente-Methoden (L0804)		Hörsaalübung	2	3
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Otto von Estorff			
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	None			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics) Mathematics I, II, III (in particular differential equations)			
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
<b>Fachkompetenz</b>				
<i>Wissen</i>	The students possess an in-depth knowledge regarding the derivation of the finite element method and are able to give an overview of the theoretical and methodical basis of the method.			
<i>Fertigkeiten</i>	The students are capable to handle engineering problems by formulating suitable finite elements, assembling the corresponding system matrices, and solving the resulting system of equations.			
<b>Personale Kompetenzen</b>				
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions.			
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to independently solve challenging computational problems and develop own finite element routines. Problems can be identified and the results are critically scrutinized.			
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
<b>Leistungspunkte</b>	6			
<b>Studienleistung</b>	<b>Verpflichtend</b>	<b>Beitrag</b>	<b>Art der Studienleistung</b>	<b>Beschreibung</b>
	Nein	20 %	Midterm	
<b>Prüfung</b>	Klausur			
<b>Prüfungsdauer und -umfang</b>	120 min			
<b>Zuordnung zu folgenden</b>	Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Flugzeugsysteme: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Vertiefung Lufttransportsysteme und Flugzeugvorentwurf: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht			

<b>Curricula</b>	Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht
------------------	---

Lehrveranstaltung L0291: Finite Element Methods	
<b>Typ</b>	Vorlesung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- General overview on modern engineering</li> <li>- Displacement method</li> <li>- Hybrid formulation</li> <li>- Isoparametric elements</li> <li>- Numerical integration</li> <li>- Solving systems of equations (statics, dynamics)</li> <li>- Eigenvalue problems</li> <li>- Non-linear systems</li> <li>- Applications</li>   <li>- Programming of elements (Matlab, hands-on sessions)</li> <li>- Applications</li> </ul>
<b>Literatur</b>	Bathe, K.-J. (2000): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin

Lehrveranstaltung L0804: Finite Element Methods	
<b>Typ</b>	Hörsaalübung
<b>SWS</b>	2
<b>LP</b>	3
<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
<b>Dozenten</b>	Prof. Otto von Estorff
<b>Sprachen</b>	EN
<b>Zeitraum</b>	WiSe
<b>Inhalt</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung
<b>Literatur</b>	Siehe korrespondierende Vorlesung

# Thesis

In der Masterarbeit bearbeiten die Studierenden selbstständig forschungsorientierte Problemstellungen, strukturieren dabei die Aufgabe in verschiedene Teilaspekte und wenden die im Studium erlangten fachlichen Kompetenzen systematisch an.

Dabei wird besonderer Wert auf eine wissenschaftliche Bearbeitung der Problemstellung gelegt, die neben einer Literaturübersicht, Einordnung in aktuelle Fragestellungen und Beschreibung theoretischer Grundlagen eine kritische Analyse und Bewertung der Ergebnisse umfasst.

Modul M-002: Masterarbeit			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
<b>Modulverantwortlicher</b>	Professoren der TUHH		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laut ASPO § 21 (1): Es müssen mindestens 60 Leistungspunkte im Studiengang erworben worden sein. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss.</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse</b>	keine		
<b>Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
<b>Fachkompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können das Spezialwissen (Fakten, Theorien und Methoden) ihres Studienfaches sicher zur Bearbeitung fachlicher Fragestellungen einsetzen.</li> <li>Die Studierenden können in einem oder mehreren Spezialbereichen ihres Faches die relevanten Ansätze und Terminologien in der Tiefe erklären, aktuelle Entwicklungen beschreiben und kritisch Stellung beziehen.</li> <li>Die Studierenden können eine eigene Forschungsaufgabe in ihrem Fachgebiet verorten, den Forschungsstand erheben und kritisch einschätzen.</li> </ul>		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, für die jeweilige fachliche Problemstellung geeignete Methoden auszuwählen, anzuwenden und ggf. weiterzuentwickeln.</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage, im Studium erworbenes Wissen und erlernte Methoden auch auf komplexe und/oder unvollständig definierte Problemstellungen lösungsorientiert anzuwenden.</li> <li>Die Studierenden können in ihrem Fachgebiet neue wissenschaftliche Erkenntnisse erarbeiten und diese kritisch beurteilen.</li> </ul>		
<b>Personale Kompetenzen</b>	Studierende können <ul style="list-style-type: none"> <li>eine wissenschaftliche Fragestellung für ein Fachpublikum sowohl</li> </ul>		

<p><i>Sozialkompetenz</i></p>	<p>schriftlich als auch mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in einer Fachdiskussion Fragen fachkundig und zugleich adressatengerecht beantworten und dabei eigene Einschätzungen überzeugend vertreten.</li> </ul>
<p><i>Selbstständigkeit</i></p>	<p>Studierende sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren und abuarbeiten.</li> <li>• sich in ein teilweise unbekanntes Arbeitsgebiet des Studiengangs vertieft einzuarbeiten und dafür benötigte Informationen zu erschließen.</li> <li>• Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens umfassend in einer eigenen Forschungsarbeit anzuwenden.</li> </ul>
<p><b>Arbeitsaufwand in Stunden</b></p>	<p>Eigenstudium 900, Präsenzstudium 0</p>
<p><b>Leistungspunkte</b></p>	<p>30</p>
<p><b>Studienleistung</b></p>	<p>Keine</p>
<p><b>Prüfung</b></p>	<p>Abschlussarbeit</p>
<p><b>Prüfungsdauer und -umfang</b></p>	<p>laut ASPO</p>
<p><b>Zuordnung zu folgenden Curricula</b></p>	<p>Bauingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht          Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht          Chemical and Bioprocess Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht          Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht          Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht          Energie- und Umwelttechnik: Abschlussarbeit: Pflicht          Energietechnik: Abschlussarbeit: Pflicht          Environmental Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht          Flugzeug-Systemtechnik: Abschlussarbeit: Pflicht          Global Innovation Management: Abschlussarbeit: Pflicht          Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht          Information and Communication Systems: Abschlussarbeit: Pflicht          Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht          Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Abschlussarbeit: Pflicht          Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht          Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht          Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics, Applications: Abschlussarbeit: Pflicht          Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht          Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht          Medizingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht          Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht          Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht          Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht          Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht          Ship and Offshore Technology: Abschlussarbeit: Pflicht          Teilstudiengang Lehramt Metalltechnik: Abschlussarbeit: Pflicht          Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht          Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht          Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht          Zulassungs- und Sachverständigenwesen in der Luftfahrt: Abschlussarbeit: Pflicht</p>