

*der Bundeswehr*  
**Universität**  **München**

**Universität der Bundeswehr München**  
Werner-Heisenberg-Weg 39  
85577 Neubiberg

**Modulhandbuch des Studiengangs**

**Luft- und Raumfahrttechnik  
(Bachelor of Science)**

**an der  
Universität der Bundeswehr München**

**(Version 2017)**

## **Bachelor-Studiengang Luft- und Raumfahrttechnik (LRT)**

Der Bachelor-Studiengang der Luft- und Raumfahrttechnik legt in erster Linie das Fundament für ein weiterführendes wissenschaftliches Master-Studium der Luft- und Raumfahrttechnik. Daneben bereitet er aber auch auf die Tätigkeit des Ingenieurs in anwendungs- und lehrbezogenen Tätigkeitsfeldern der Luft- und Raumfahrttechnik vor. Darüber hinaus sind die erworbenen Kenntnisse auch auf viele weitere Fachgebiete der Ingenieurwissenschaften, wie beispielsweise der Fahrzeugtechnik und dem allgemeinen Maschinenbau, gewinnbringend anwendbar.

An der UniBw München wird das Studium der Luft- und Raumfahrttechnik vom ersten Trimester an angeboten. Dies bedeutet, dass insbesondere die mathematisch-physikalischen Grundlagen bereits mit Bezug zu den Anwendungen der Luft- und Raumfahrttechnik gelehrt werden, was erhebliche Vorteile bzgl. der Effektivität des Studiums mit sich bringt.

### **Ziele des Bachelor-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik**

Das Bachelor-Studium der Luft- und Raumfahrttechnik richtet sich an alle technikbegeisterte Studierwillige, die Interesse an der Lösung von anspruchsvollen und zukunftsweisenden Aufgaben aus dem weiten Bereich der Entwicklung, des Entwurfs und des Betriebs von Luft- und Raumfahrzeugen haben und die die Fähigkeit zum strukturierten, abstrakten Denken besitzen. Eine Neigung zur Mathematik und Physik ist die beste Voraussetzung für das Studium der Luft- und Raumfahrttechnik. Spezielle Kenntnisse der Mathematik, Physik oder aus Teilgebieten des Maschinenbaus sind nützlich, aber nicht erforderlich.

Der Bachelor-Studiengang LRT ist grundlagen- und methodenorientiert und vermittelt somit die Grundlagen des Faches in der Breite. Der Absolvent besitzt die Fähigkeit, fachbezogene Probleme mit wissenschaftlichen Methoden zu erkennen, zu analysieren und zu lösen. Der erfolgreiche Abschluss des Studiums stellt sicher, dass die Voraussetzungen für spätere Vertiefungen, Spezialisierungen im Fach gegeben sind. Er bereitet insbesondere auf das Master-Studium vor.

Das Bachelor-Studium LRT befähigt dazu, die vermittelten Fähigkeiten und Kenntnisse anzuwenden und sich im Zuge eines lebenslangen Lernens schnell neue, vertiefende Kenntnisse anzueignen. Es ermöglicht einen Einstieg in den Arbeitsmarkt für entsprechende Aufgaben. Die Absolventen werden nach einer angemessenen Zeit der Einarbeitung in der Industrie, der Wissenschaft oder der Verwaltung vielfältige Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik selbständig und verantwortlich unter Berücksichtigung von technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten lösen können.

Absolventen des Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik sind durch ihre Ausbildung und durch die Vermittlung wissenschaftlicher Arbeitstechniken dazu befähigt, sich nachhaltig auch auf zukünftige Technologien einstellen zu können.

Für Absolventen des Bachelorstudienganges „Luft- und Raumfahrttechnik“ bestehen sehr vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Zunächst in der

- nationalen wie internationalen Luft- und Raumfahrtindustrie sowie bei den
- Betreibern von Luftfahrtgerät (Flug- bzw. Luftfahrtgesellschaften) und den
- zuständigen Bundesbehörden (u.a.: Luftfahrtbundesamt LBA, Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung BFU, Bundesministerien für Verkehr und Verteidigung).

- Auch in europäischen Behörden, wie der European Space Agency (ESA) oder der European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL) findet der Absolvent Anstellung.

Im wissenschaftlichen Bereich finden Absolventen als technische Mitarbeiter ein breites Betätigungsfeld an

- wissenschaftlichen Universitäten,
- Fachhochschulen,
- Forschungseinrichtungen (u.a.: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrttechnik DLR, Institute der Fraunhofer Gesellschaft FhG).

Auch abseits der eigentlichen Luft- und Raumfahrtindustrie können die Absolventen des Studienganges Luft- und Raumfahrttechnik eingesetzt werden in den

- Industriezweigen des Kraftfahrzeug- und Schienenfahrzeugbaus, der Schiffstechnik und des allgemeinen Maschinenbaus. Auch Unternehmen aus der Windenergie- und Medizintechnik kommen in Frage.
- Software-, System- und Beratungshäuser bieten ebenfalls geeignete Beschäftigungsstellen an.

## Aufbau des Studiengangs

Der Bachelor-Studiengang Luft- und Raumfahrttechnik erstreckt sich über neun Trimester bzw. drei Jahre. Einem Wunsch nach einem schnelleren Studium wird dadurch Rechnung getragen, dass ausgewählte Lehrveranstaltungen bzw. Module bereits ein oder gar zwei Jahre früher zusätzlich zu den vorgesehenen Modulen gehört werden können. Dies hat zur Folge, dass leistungsstarke Studierende den Bachelorabschluss bereits nach 2 ¼ Jahren erreichen können. In den Tabellen 1 und 2 ist der zeitliche Ablauf des Bachelor-Studiums dargestellt.

Neben den Fachmodulen umfasst das Studium Module aus studium plus (16 CP), ein Fachpraktikum (9 CP), welches im Wesentlichen in der vorlesungsfreien Zeit absolviert wird sowie eine Studienarbeit (9 CP). Die Bachelorarbeit (drei Monate Bearbeitungszeit und 12 CP) schließt das Bachelor-Studium ab.

In den Tabellen 1 und 2 ist der zeitliche Ablauf des Bachelorstudiums sowohl für das Standardstudium (3 Jahre) wie auch für das individuell mögliche Intensivstudium (2 ¼ Jahre) dargestellt.

Legende Tabelle 1 und 2:

mathemat./naturwissenschaftl. Grundlagen
ingenieurwissenschaftl. Grundlagen
Ergänzung ingenieurwissenschaftlicher Grundlagen
Vertiefungs- und Schwerpunktfächer
fachübergreifende nichttechnische Fächer

Tabelle 1: Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik", Normalstudium 3 Jahre

CP														
23														
22														
21														
20														
19		Werkstoffkunde I	Werkst.-kundl. Grundprakt.			Technisches Zeichnen	Studium plus							Raumfahrtssysteme
18		Einführung in die Chemie	Werkstoffkunde II											
17													Studium plus	
16						Maschinenelemente II	Grundlagen Aerodynamik	Grundlagen BWL und Management					Studium plus	Antriebssysteme
15		Technische Mechanik I	Experimentalphysik I	Maschinenelemente I			Grundlagen Wärmeübertragung	Softwareentwicklung I					Studium plus	
14														
13														
12														
11														
10														
9														
8		Höhere Mathematik II	Technische Mechanik II	Technische Mechanik III			Thermodynamik I	Thermodynamik II						
7														
6														
5														
4		Höhere Mathematik I	Höhere Mathematik III	Prakt. Mech. Physik	Fachpraktikum	Grundlagen der Elektrotechnik	Leichtbau	Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik						
3				Praktikum Experimentalphysik II										
2														
1														
Summe	8	20	20	15	5	19	20	17	4	15	17	20	0	
		1	2	3		4	5	6		7	8	9		
Zeit	frei	HT	WT	FT	frei	HT	WT	FT	frei	HT	WT	FT	frei	

**Tabelle 2: Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik", Intensivstudium 2 1/4 Jahre**

CP													
23													
22		Technisches zeichnen	Studium plus				Grundlagen Messtechnik				Studienarbeit		
21				Software-entwicklung I		Software-entwicklung II							
20		Werkstoffkunde I	Werkst.-kundl. Grundprakt.				Steuer- und Regelungstechnik	Studium plus		Studium plus			
19								Grundlagen BWL und Management					
18		Einführung in die Chemie	Werkstoffkunde II	Maschinenelemente I		Maschinenelemente II				Wahlpflicht II			
17							Grundlagen Aerodynamik	Raumfahrtsysteme					
16		Technische Mechanik I	Experimentalphysik I	Numerische Mathematik I			Strömungsmechanik			Wahlpflicht I			
15								Grundlagen der Wärmeübertragung					
14							Numerische Mathematik II	Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik					
13													
12													
11													
10		Höhere Mathematik II	Technische Mechanik II	Technische Mechanik III			Thermodynamik I						
9								Thermodynamik II					
8													
7													
6													
5													
4													
3		Höhere Mathematik I	Höhere Mathematik III	Physik Praktikum			Grundlagen der Elektrotechnik	Leichtbau					
2				Experimentalphysik II									
1				Prakt. Mech.									
Summe	8	22	23	21	9	22	24	21	8	22			0
		1	2	3		4	5	6		7	8	9	
Zeit	frei	HT	WT	FT	frei	HT	WT	FT	frei	HT	WT	FT	frei

# Inhaltsverzeichnis

1001	Voruniversitäre Leistungen / Sprachausbildung für LRT.....	4
2890	Bachelorarbeit LRT.....	6

## **Pflichtmodule - LRT 2017**

1200	Höhere Mathematik I.....	7
1201	Höhere Mathematik II.....	9
1202	Höhere Mathematik III.....	11
1203	Technische Mechanik I und II.....	13
1204	Technische Mechanik III.....	15
1205	Experimentalphysik.....	17
1206	Werkstoffkunde.....	20
1207	Grundlagen der Elektrotechnik.....	24
1208	Grundlagen BWL und Management für Ingenieure.....	26
1209	Strömungsmechanik und Aerodynamik.....	28
1210	Numerische Mathematik.....	31
1211	Softwareentwicklung.....	33
1212	Maschinenelemente.....	37
1213	Fachpraktikum.....	39
1214	Thermodynamik und Grundlagen der Wärmeübertragung.....	41
1215	Mess- und Regelungstechnik.....	45
1216	Antriebssysteme.....	48
1217	Raumfahrtsysteme.....	51
1219	Leichtbau.....	53
1220	Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik.....	55
1221	Studienarbeit.....	59

## **Wahlpflichtmodule - LRT 2017**

1222	Einführung in die Anwendung der Methode der finiten Elemente.....	61
1223	Einführung in die Hubschraubertechnik.....	63
1224	Einführung in die Satellitennavigation.....	66
1225	Einführung in moderne Simulationstechniken.....	68
1226	Grundlagen der chemischen Thermodynamik.....	70
1227	Lineare und Nichtlineare Optimierung.....	72
1230	3D-CAD in der Produktentwicklung.....	74
1368	Einführung in die Fernerkundung.....	76
1390	Systemtechnisches Rechnerprojekt.....	78
1392	Grundlagen diskreter Regelungssysteme.....	80
1394	Methoden der Softwareentwicklung.....	82

3490	Moderne Satellitennavigation in der Praxis.....	84
<b>Studium+ Bachelor</b>		
1002	Seminar studium plus 1.....	86
1005	Seminar studium plus 2, Training.....	88
<b>Übersicht des Studiengangs: Konten und Module.....</b>		<b>90</b>
<b>Übersicht des Studiengangs: Lehrveranstaltungen.....</b>		<b>92</b>

Modulname	Modulnummer
Voruniversitäre Leistungen / Sprachausbildung für LRT	1001

Konto	Gesamtkonto - Bachelor LRT 2017
-------	---------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Zentralinstitut Studium+	Pflicht	0

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
240	96	144	8

Qualifikationsziele
<p>Die Studierenden erwerben in diesem Modul erste Erfahrungen, die in einem möglichst nahen Berufsfeldbezug stehen. Je nach angestrebtem Berufsfeld differieren daher die Qualifikationsziele, die vor- und außeruniversitär erbracht wurden.</p> <p>Durch den verstärkten internationalen Einsatz von Bundeswehrsoldaten werden fundierte Sprachkenntnisse in der NATO-Sprache Englisch für studierende Offizieranwärter/innen und Offiziere als eine wesentliche berufsbefähigende Qualifikation identifiziert. Die Studierenden sollen daher über Englischkenntnisse im Standardisierten Sprachleistungsprofil Stufe 3 (<b>SLP 3332</b>) verfügen. Dies umfasst Sprachfertigkeiten im Hören, im mündlichen Sprachgebrauch, im Lesen und Schreiben.</p> <p>Zivile Studierende in den Studiengängen der UniBwM erlangen in diesem Modul einen ersten Einblick in ihr angestrebtes Berufsfeld und erwerben erste berufsrelevante Qualifikationen.</p>
Inhalt
<p>In diesem Modul werden Inhalte vermittelt, die in einem engen Berufsfeldbezug stehen. Je nach Gruppe der Studierenden und je nach Berufszielen differieren daher die Inhalte des Moduls. Alle Leistungen müssen jedoch gemäß ABaMaPO § 15 Abs. 1 in Rahmen der Bachelor-Studiengänge anrechenbar sein.</p> <p><b>Für studierende Offizieranwärter/innen und Offiziere sind Sprachkenntnisse in Englisch im Standardisierten Sprachleistungsprofil Stufe 3 nachzuweisen (SLP 3332).</b></p> <p>Wird diese Stufe während der englischsprachigen Ausbildung an den Offizierschulen vor Studienbeginn nicht erreicht, besteht eine Verpflichtung zur Teilnahme an der sprachlichen Weiterbildung. Der Studentenjahrgang 2007 genießt Vertrauensschutz.</p> <p>Für zivile Studierende in den Studiengängen der UniBwM werden insbesondere Leistungen anerkannt, die in einem engen Zusammenhang mit der Berufsbefähigung stehen. Dies können u.a. voruniversitäre Industriepraktika, berufliche Ausbildungsanteile oder das Erlernen von Sprachen im oben beschriebenen Sinne sein.</p>

Leistungsnachweis

- Die Leistungen werden durch einen Teilnahmechein nachgewiesen
- Das Modul ist unbenotet
- **SLP 3332 unbenotet**

Verwendbarkeit

Das Modul ist für sämtliche Bachelorstudiengänge gleichermaßen geeignet.

Modulname	Modulnummer
Bachelorarbeit LRT	2890

Konto	Gesamtkonto - Bachelor LRT 2017
-------	---------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
	Pflicht	7

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	0	360	12

Empfohlene Voraussetzungen
Alle Grundlagen- und Fachmodule des Bachelor-Studienganges Luft- und Raumfahrttechnik, die für die Bearbeitung der jeweiligen Problemstellung erforderlich sind. Die Studienarbeit muss vor Beginn der Bachelorarbeit abgeschlossen sein.
Qualifikationsziele
Die Studierenden sind in der Lage, eine abgegrenzte Problemstellung aus einem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik weitgehend selbstständig zu analysieren und zu bearbeiten. Sie erhalten Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet und machen in diesem vertiefende praktische Erfahrungen. Sie sind in der Lage, den Sachverhalt klar darzustellen und einen Lösungsweg aufzuzeigen.
Inhalt
Die Bachelorarbeit umfasst das selbstständige Bearbeiten einer abgegrenzten Problemstellung aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Die Arbeit kann theoretischer, experimenteller oder konstruktiver Natur sein; sie umfasst neben der Bearbeitung der Aufgabenstellung auch die Anfertigung einer schriftlichen Ausarbeitung.
Leistungsnachweis
Zur Bewertung der Arbeit werden sowohl die Vorgehensweise während der Bearbeitung als auch die schriftliche Ausarbeitung herangezogen.
Verwendbarkeit
Das Modul Bachelorarbeit ist erforderlich für den Abschluss des Bachelor-Studiengangs Luft- und Raumfahrttechnik.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester, Frühjahrstrimester.

Modulname	Modulnummer
Höhere Mathematik I	1200

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Matthias Gerdts	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12911	VL	Mathematik I	Pflicht	4
12913	UE	Höhere Mathematik I + II (LRT)	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Abiturkenntnisse Mathematik
Qualifikationsziele
Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Linearen Algebra zur mathematischen Beschreibung naturwissenschaftlich-technischer Strukturen und Prozesse in den Ingenieurwissenschaften.
Inhalt
<p>Zahlen und Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengen und Abbildungen</li> <li>• Reelle und komplexe Zahlen</li> <li>• Die vollständige Induktion</li> <li>• Binomialkoeffizienten</li> <li>• Vektoren</li> </ul> <p>Lineare Algebra</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrizen und Matrixmultiplikation</li> <li>• lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Vektorräume</li> <li>• Determinanten</li> <li>• Lineare Abbildungen und Eigenwerte</li> </ul>
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Burg K., Haf H., Wille F.: Höhere Mathematik für Ingenieure. Band II: Lineare Algebra. Stuttgart: Teubner, 1987/2007.</li> </ul>

- Papula L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler I, Vieweg/Teubner, 2011.
- Meyberg K., Vachenaer P.: Höhere Mathematik 1, Springer, 2003.

**Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

**Verwendbarkeit**

Anwendung des erlangten Wissens in allen Modulen

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Höhere Mathematik II	1201

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Matthias Gerdts	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12921	VL	Mathematik II	Pflicht	4
12923	UE	Mathematik II (LRT)	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Abiturkenntnisse Mathematik
Qualifikationsziele
Mathematische Kenntnisse über die Analysis einer reellen Veränderlichen, über gewöhnliche Differentialgleichungen und über spezielle Transformationen, die im weiteren Studium und in der beruflichen Praxis unabdingbar sind.
Inhalt
<p>Analysis einer reellen Veränderlichen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionen, Grenzwerte, Stetigkeit</li> <li>• Differentiation</li> <li>• Potenzreihen</li> <li>• Integration</li> </ul> <p>Gewöhnliche Differentialgleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewöhnliche Differentialgleichungen n-ter Ordnung</li> <li>• Gewöhnliche Differentialgleichungssysteme</li> <li>• lineare Differentialgleichungssysteme mit konstanten Koeffizienten</li> <li>• Stabilität</li> </ul> <p>Transformationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laplace-Transformation</li> <li>• Fourier-Transformation</li> </ul>
Leistungsnachweis
Schriftliche Prüfung 90 Minuten

Verwendbarkeit
Anwendung des erlangten Wissens in allen Modulen
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Höhere Mathematik III	1202

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Matthias Gerdts	Pflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12931	VL	Mathematik III	Pflicht	4
12933	UE	Mathematik III (LRT)	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Die Studierenden sollten mit grundlegenden Vektoroperationen vertraut sein sowie Funktionen einer Veränderlichen differenzieren und integrieren können. Weitere Kenntnisse aus dem Gebiet Differential- und Integralrechnung für Funktionen einer Veränderlichen (Grenzwert, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Mittelwertsätze, Taylorreihe) sind hilfreich.

#### Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die grundlegenden analytischen Methoden der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung, die in der mathematischen Beschreibung naturwissenschaftlich-technischer Strukturen und Prozesse in den Ingenieurwissenschaften zum Einsatz kommen. Sie sind sicher im Umgang mit der Differentialrechnung und können Integrale selbst bestimmen.  
Die Studierenden kennen den Begriff des Tensors und können grundlegende Rechenoperationen mit Tensoren ausführen.

#### Inhalt

Analysis mehrerer reeller Veränderlicher

- Differentiation
- Integration

Einführung in die Tensorrechnung

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten

#### Verwendbarkeit

Anwendung des erlangten Wissens in allen Modulen

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Technische Mechanik I und II</b>	1203

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Lion	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
300	120	180	10

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12031	VL	Technische Mechanik I	Pflicht	3
12032	UE	Technische Mechanik I	Pflicht	2
12033	VL	Technische Mechanik II	Pflicht	3
12034	UE	Technische Mechanik II	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				10

Empfohlene Voraussetzungen
Es werden keine Module vorausgesetzt.

Qualifikationsziele
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage, einfache, linear elastische, gerade Strukturelemente wie Stäbe, Balken, Rohre und Fachwerke sowie einfache dynamische Systeme aus starren Körpern mit den Methoden der Technischen Mechanik zu behandeln.</li> <li>2. Die Studierenden kennen die der Technischen Mechanik zugrunde liegenden physikalischen Zusammenhänge und sind imstande, einfache Systeme eigenständig zu modellieren.</li> <li>3. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, einfache Modelle mit den entsprechenden mathematischen Methoden zu behandeln.</li> <li>4. Die Studierenden erlangen die Grundlagen für weiterführende Lehrveranstaltungen der Luft- und Raumfahrttechnik.</li> </ol>

Inhalt
<p>Die Studierenden erwerben im Modul Technische Mechanik I und II die Grundlagen zur Technischen Mechanik.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundlagen der Vektorrechnung</li> <li>2. Statik starrer Körper: Einzelkräfte, Kräftepaare, Momente, Zentrale Kräftegruppe und allgemeine Kraftsysteme, Schnittprinzip, innere und äußere Kräfte, Schwerpunkte, Lagerungen und Lagerreaktionen, Lastverteilungen, Gleichgewichtsbedingungen, statische Bestimmtheit, Schnittgrößen an</li> </ol>

<p>Fachwerken, Balken und Rahmentragwerken, Haftreibung, Arbeitsbegriff, Ermittlung von Gleichgewichtslagen und deren Stabilität</p> <p>3. Elastostatik statisch bestimmter und unbestimmter Systeme: Zug und Druck in Stäben (Spannung, Dehnung und Stoffgesetz), Spannungstensor und Verzerungstensor sowie deren Transformation, Hookesches Elastizitätsgesetz, Balkenbiegung, Flächenträgheitsmomente, Satz von Steiner, Schub und Torsion, Knickung, Arbeitsprinzipien, Die Sätze von Castigliano</p> <p>4. Kinematik und Kinetik des Massepunktes: Orts-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsfunktion, Geradlinige Bewegung, Kreisbewegung und Relativbewegung, freie und geführte Bewegung, Kräftesatz, Energie- und Arbeitssatz, zentrischer Stoss, Reibung</p> <p>5. Kinematik und Kinetik starrer Körper: Orts-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvektor, begleitendes Dreibein, Beschreibung der Bewegung in ebenen Polarkoordinaten, Inertialsystem, bewegte Bezugssysteme, Relativbewegung, Kreisbewegung, Vektor der Winkelgeschwindigkeit, Eulersche Geschwindigkeitsformel, Momentanpol, Newtonsche Axiome, Schwerpunkt- und Drallsatz, Trägheitstensor, Hauptträgheitsmomente, Eulersche Kreiselgleichungen, Stabilität freier Drehbewegungen, Unwuchtwirkungen, statisches und dynamisches Auswuchten, Satz von Steiner, Energie- und Arbeitssatz, gerader und schiefer zentraler Stoß, nichtlineare Federn, Dämpfung und Reibung</p>
<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gross, Hauger, Schröder, Wall: Technische Mechanik 1/2/3, Springer Verlag.</li> <li>Szabo: Einführung in die Technische Mechanik, Springer Verlag.</li> <li>Balke: Einführung in die Technische Mechanik: Kinetik, Springer Verlag.</li> <li>Mahnken: Lehrbuch der Technischen Mechanik: Dynamik, Springer Verlag.</li> </ul>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p> <p>Schriftliche Prüfung 180 Minuten (erlaubte Hilfsmittel: Ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner, Zeichengerät, eine eigenhändig geschriebene Formelsammlung von maximal 2 Seiten (beidseitig beschrieben)).</p>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p> <p>Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik. Das Modul Technische Mechanik I und II bildet die Grundlage für weitere Lehrveranstaltungen.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p> <p>Das Modul dauert 2 Trimester. Die Vorlesung Technische Mechanik I findet im Herbsttrimester des 1. Studienjahres (1. Trimester), die Vorlesung Technische Mechanik II findet im Wintertrimester des 1. Studienjahres (2. Trimester) statt. Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten.</p>

Modulname	Modulnummer
Technische Mechanik III	1204

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Lion	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
192	88	104	6

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12041	VL	Technische Mechanik III/ Schwingungslehre	Pflicht	4
12042	UE	Technische Mechanik III/ Schwingungslehre	Pflicht	2
12043	P	Grundpraktikum Technische Mechanik	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>8</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt werden die Module "Höhere Mathematik sowie "Technische Mechanik I und II"

Qualifikationsziele
Die Studierenden sind nach Ablegen des Moduls in der Lage, verschiedene Arten von Schwingungen und Anregungsarten zu identifizieren. Sie kennen die zugrunde liegenden mechanischen Zusammenhänge und sind im Stande, einfache schwingungsfähige Systeme physikalisch zu modellieren. Nach geeigneter Modellbildung sind die Studierenden in der Lage, die Auswirkungen von Änderungen physikalischer oder geometrischer Parameter auf Schwingungen abzuschätzen. Sie erwerben die Fähigkeit, einfache Modelle schwingungsfähiger Systeme mit geeigneten mathematischen Methoden zu behandeln. Durch praktische Erfahrungen werden die Studierenden in die Lage versetzt, die wichtigsten mechanischen Größen experimentell zu bestimmen und aus den Ergebnissen der Messungen die richtigen Schlüsse zu ziehen.

Inhalt
In der Vorlesung des Moduls Technische Mechanik III wird das Grundwissen zum physikalischen Verständnis, zur mathematischen Beschreibung und zur Berechnung mechanischer Schwingungen erworben. Die Studierenden erhalten zunächst eine Einführung in Schwingungsphänomene sowie deren mathematische Beschreibung (harmonische, periodische, nichtperiodische, modulierte und stochastische Schwingungen, Fourier Reihen und Fourier Transformation). Als Methode zur effizienten Herleitung der Bewegungsgleichungen schwingungsfähiger mechanischer Systeme werden die Lagrange Gleichungen der zweiten Art hergeleitet und angewendet. Anschließend werden schwingungsfähige

<p>Systeme mit einem Freiheitsgrad behandelt. Hierzu werden freie und erzwungene, sowie ungedämpfte und gedämpfte Schwingungen diskutiert. Es werden unterschiedliche Anregungsmodelle eingeführt (Kraft- und Fußpunktanregungen, Anregungen über Zusatzelemente sowie Anregungen durch Massenkräfte). Als Zeitverläufe werden Sprung- und Impulsanregungen sowie harmonische und allgemeine periodische Anregungen betrachtet. Darauf aufbauend werden lineare Systeme mit zwei Freiheitsgraden mit und ohne Dämpfung besprochen und die Begriffe Schwingungstilgung sowie -isolation diskutiert. Aus dem Bereich der Kontinuumsschwingungen werden die Systeme Saite, Stab und Balken behandelt.</p> <p>Im Praktikum Technische Mechanik werden die Studierenden mit grundlegenden mechanischen Phänomenen und deren Messung vertraut gemacht. Sie lernen konventionelle und moderne Methoden kennen, mechanische Größen zu messen und erproben den Umgang mit den entsprechenden Gerätschaften. Die Studierenden bekommen darüber hinaus ein Gefühl dafür vermittelt, welche Übereinstimmung von Berechnungen anhand mechanischer Modelle mit der Realität erwartet werden kann.</p>
<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brommundt E., Sachau D.: Schwingungslehre mit Maschinendynamik. Teubner Verlag, 2007.</li> <li>• Hagedorn: Technische Schwingungslehre: Lineare Schwingungen diskreter mechanischer Systeme, Springer Verlag</li> <li>• Irretier: Grundlagen der Schwingungstechnik, Bände 1 und 2, Springer-Vieweg Verlag</li> <li>• Jäger, Mastel, Knaebel: Technische Schwingungslehre, Springer-Vieweg Verlag</li> <li>• Klotter: Technische Schwingungslehre, Springer Verlag</li> <li>• Magnus, Popp, Sextro: Schwingungen: Physikalische Grundlagen und mathematische Behandlung von Schwingungen, Springer-Vieweg Verlag</li> <li>• Meyer E., : Schwingungslehre. Springer Verlag.</li> <li>• Wittenburg: Schwingungslehre: Lineare Schwingungen, Theorie und Anwendungen, Springer Verlag</li> </ul>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p> <p>Technische Mechanik III: Schriftliche Prüfung 90 Minuten</p> <p>Grundpraktikum: Teilnahmeschein</p>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p> <p>Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p> <p>Das Modul dauert 1 Trimester und wird jedes Studienjahr angeboten.</p>

Modulname	Modulnummer
Experimentalphysik	1205

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Günther Dollinger	Pflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270	126	144	9

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12051	VL	Experimentalphysik I	Pflicht	4
12052	UE	Experimentalphysik I	Pflicht	2
12053	VL	Experimentalphysik II	Pflicht	2
12054	UE	Experimentalphysik II	Pflicht	2
12055	P	Experimentalphysik	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>12</b>

Empfohlene Voraussetzungen
keine

Qualifikationsziele
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Studierenden beherrschen die physikalischen Grundlagen, die als Basis für einen Ingenieur in seinem wissenschaftlich-technischen Umfeld dienen.</li> <li>2. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, physikalische Phänomene und Vorgänge mit mathematischen Methoden und Modellen zu beschreiben.</li> <li>3. Die Studierenden erwerben einen Einblick in wesentliche Erkenntnisse der modernen Physik, insbesondere von Phänomenen in der Nanowelt und von den kleinsten Bausteinen der Materie.</li> <li>4. Die Lehrziele für das Physikpraktikum sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur Durchführung von physikalischen Messungen</li> <li>• Fähigkeit zur Bewertung von Messergebnissen, insbesondere zur Bewertung von Messfehlern und zur Fehlerrechnung.</li> <li>• Kenntnis von Labor- und Messgeräten und ihrer Anwendung.</li> <li>• Vertiefung der Kenntnisse aus der Experimentalphysik</li> </ul> </li> </ol>

Inhalt
Das Modul besteht aus den Vorlesungen Experimentalphysik I und Experimentalphysik II, den zugehörigen Übungen sowie dem physikalischen Praktikum. Bei Bedarf werden Zusatzübungen zur Mathematik für Physiker angeboten.

In Experimentalphysik I werden folgende Themen der Physik diskutiert:

- Grundlagen der Teilchenmechanik: Newton'sche Axiome, lineare Bewegung, Drehbewegung
- Erhaltungssätze (Energie, Impuls, Drehimpuls)
- nichtkonservative Kräfte in makroskopischen Modellen: Reibung
- Mikroskopische Beschreibung von Wärme
- Der physikalische Feldbegriff und seine Anwendung auf die Beschreibung von Strömungen, Strahlung, Gravitation, elektrische und magnetische Felder
- Schwingungen und Wellen: Mechanische Schwingungen, Akustik und elektromagnetische Felder, Wellen-Optik
- Relativitätstheorie

In Experimentalphysik II werden folgende Themen diskutiert:

- Sichtbarmachung kleinster Objekte, Rutherfordstreuung
- Standardmodell der Elementarteilchenphysik
- Photonen: Welle-Teilchen Dualismus für elektromagnetische, insbesondere optische Vorgänge: Absorption, Schwarzkörperstrahlung, Laser.
- Welle-Teilchen-Dualismus für massive Teilchen, insbesondere Elektronenbeugung
- Einfache Quantenphänomene, Elektron im Kasten, Tunneleffekt
- Atomphysik, Atomaufbau
- Elektronen im Festkörper

Im physikalischen Praktikum werden ausgewählte Themen aus der Experimentalphysik in eigenen Experimenten von den Studenten selbständig bearbeitet. Jeder Student führt 8 Versuche durch:

- Prismenspektralapparat
- Kreiselpräzession
- Mechanische Resonanz
- Gasthermometer
- Lichtbeugung
- Schwingkreis
- Messung der spezifischen Ladung  $e/m$  des Elektrons
- Beugung von Röntgenstrahlen

Einzelne Versuche können durch Versuche zu anderen Themen ersetzt werden.

#### Literatur

- Thomsen C., Gumlich H.-E.: Ein Jahr für die Physik. Berlin: Wissenschaft Technik Verlag, 1998, 2. Auflage, ISBN 3-928943-94-4.
- Hering E., Martin R., Stohrer M.: Physik für Ingenieure. 5. Aufl. VDI Verlag, 1995, ISBN 3-18-401398-7.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipler P.A.: Physik. 2. korrigierter Nachdruck der 1. Auflage. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1998, ISBN 3-86025-122-8.</li> <li>• Dransfeld K., Kienle P., Kalvius G.M., Zinth W., Körner H.-J.: Physik I - IV. 9. Auflage. München: Oldenburg Verlag, 2001.</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
<p>Experimentalphysik I und II: Schriftliche Prüfung 120 Minuten, zugelassene Hilfsmittel: 2 handbeschriebene Blätter (DIN A4), nicht programmierbarer Taschenrechner</p> <p>Prüfungen Juni/Juli und September</p> <p>Physik Praktikum: Teilnahmechein</p>
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>Voraussetzung für alle weiteren naturwissenschaftlich-technischen Module im Studiengang LRT und als Grundlage für wissenschaftlich-technisches Arbeiten.</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
<p>Das Modul dauert 2 Trimester, es findet im Winter- und Frühjahrstrimester des ersten Studienjahres statt (2. und 3. Trimester). Das Modul wird jedes Studienjahr angeboten.</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Werkstoffkunde</b>	1206

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. (habil) Hans-Joachim Gudladt	Pflicht	1

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
300	132	168	10

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12061	VL	Werkstoffkunde I	Pflicht	2
12062	UE	Werkstoffkunde I	Pflicht	1
12063	VL	Werkstoffkunde II	Pflicht	2
12064	UE	Werkstoffkunde II	Pflicht	1
12065	VL	Einführung in die Chemie	Pflicht	2
12066	UE	Einführung in die Chemie	Pflicht	1
12067	P	Werkstoffkundliches Grundpraktikum	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>11</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Keine

Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Studierenden ist das mechanische Verhalten von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen der Luft- und Raumfahrttechnik bekannt.</li> <li>• Sie kennen die Grenzen der Anwendbarkeit der Werkstoffe unter Berücksichtigung der Mikrostruktur besonders im Hinblick auf die Festigkeit sowohl bei Raumtemperatur als auch im Hochtemperaturbereich und können mögliche Einsatzbereiche dieser Werkstoffe im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik angeben.</li> <li>• Darüber hinaus sind sie in die Lage, die wichtigsten mechanischen Kennwerte metallischer Werkstoffe experimentell zu bestimmen und aus den Ergebnissen Schlussfolgerungen für deren Einsatz zu ziehen.</li> </ul>

Inhalt
Im ersten Teil der Vorlesung dieses Moduls ( <b>Werkstoffkunde I</b> ) erhalten die Studierenden eine grundlegende Einführung in die Art der Bindung sowie die Struktur

und den Aufbau eines kristallinen Festkörpers sowie in die Elastizitätstheorie, die eine Beschreibung des elastischen Verhaltens von

Werkstoffen und experimentelle Bestimmung der Elastizitätsmoduli beinhaltet. Darauf aufbauend wird die theoretische Schubfestigkeit idealer Kristalle hergeleitet und die Ursachen der realen Schubfestigkeit besprochen, die durch Kristallbaufehler bestimmt ist. Diese umfassen punktförmige (Leerstellen Zwischengitter- und Fremdatome) und linienförmige (Versetzungen) sowie flächen- und volumenhafte

Kristallbaufehler (Korngrenzen, Ausscheidungen).

Weiterhin werden den Studierenden Methoden zur Struktur- und Gefügeuntersuchung, wie beispielsweise die Lichtmikroskopie oder die Elektronenmikroskopie, näher gebracht. Darüber hinaus geben alternative Methoden, wie die Rastertunnelmikroskopie oder auch klassische Methoden wie die

Härtemessung, Auskunft über die Oberflächen bzw. den mechanischen Zustand von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen.

Um Verständnis für die Legierungsherstellung zu gewinnen, die vielfältige Reaktionen, wie z.B. Löslichkeit von unterschiedlichen Atomsorten in einer Metallmatrix berücksichtigt, folgt anschließend eine Einführung in die Thermodynamik der Legierungen bzw. in die der heterogenen Gleichgewichte. Dies beinhaltet die Beschreibung von ein- und mehrphasigen Legierungssystemen mit vollständiger und beschränkter Löslichkeit sowie die Bestimmung der einzelnen Phasenanteile mittels differentieller Thermoanalyse.

Vertiefend lernen die Studierenden reale Zustandsdiagramme, wie beispielsweise die Systeme Eisen-Kohlenstoff, Eisen-Chrom und Eisen-Nickel genauer kennen. Im letzten Kapitel wird der Atomtransport im Festkörper, der über Diffusion erfolgt, genauer erläutert. Es wird dabei zwischen Transport über das Zwischengitteratom bzw. die Leerstelle unterschieden und Diffusionskoeffizienten vorgestellt.

Im zweiten Teil der Vorlesung (**Werkstoffkunde II**) werden den Studenten die physikalischen Eigenschaften sowie die Einsatzmöglichkeiten moderner Werkstoffe aufgezeigt. Dies umfaßt die Herstellung z.B. von einkristallinen Turbinenschaufeln ebenso wie die pulvermetallurgische Herstellung von metallischen, intermetallischen und keramischen Werkstoffen. Daran anschließend lernen sie grundlegende materialkundliche Eigenschaften von Stählen und Leichtmetallen sowie spezielle

Mechanismen zur Festigkeitssteigerung von Stählen und Aluminiumlegierungen kennen.

Darüber hinaus werden den Studierenden auch die Grundlagen der metallischen Faserverbundwerkstoffe und die Anwendungsbereiche für Lang- und Kurzfaserverstärkung vermittelt. Das mechanische Verhalten von Hochtemperaturwerkstoffen auf Metall- bzw. Keramik-Basis wird abschließend unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen an Werkstoffe der Luft- und Raumfahrttechnik sowie mögliche Einsatzmöglichkeiten für die Zukunft gemeinsam erarbeitet und diskutiert.

In einem weiteren Vorlesungsteil dieses Moduls (**Einführung in die Chemie**) wiederholen die Studierenden die Grundlagen der anorganischen und organischen Chemie. Hier werden dem Studenten insbesondere der Aufbau der Materie und das Periodensystem der Elemente sowie die unterschiedlichen Bindungsarten, besonders im Hinblick auf Kunststoffe, nahe gebracht. Anschließend werden chemische Reaktionen anhand von Grundbegriffen der chemischen Kinetik, der Thermodynamik und des Gleichgewichtes beschrieben.

Es folgt die Einführung von elektrochemischen Vorgängen und Redox-Reaktionen. Da in der Luft- und Raumfahrttechnik oft verschiedene Metalle oder Metallverbunde auch unter korrosiver Umgebung zum Einsatz kommen, vertiefen die Studenten die elektrochemische Spannungsreihe und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die eingesetzten Materialien.

Anschließend werden die Studenten im Rahmen der Grundlagen der Organischen Chemie in die verschiedenen Stoffklassen und funktionellen Gruppen eingeführt. Das gewonnene Wissen wird im Rahmen der Einklassifizierung und Herstellungsverfahren von Kunststoffen vertieft.

Das in der Vorlesung Werkstoffkunde I erlernte Wissen wird schließlich in einem werkstoffkundlichen Grundpraktikum im Hinblick auf praxisorientierte Problemstellungen rekapituliert und vertieft.

Hierbei lernen die Studierenden die quantitativen Gefügeuntersuchungen mittels Metallographie, die praktische Anwendung der Thermoanalyse zur Bestimmung von Zustandsdiagrammen, die Bestimmung von statischen Werkstoffkennwerten wie Zugfestigkeit, E-Modul und Härte sowie eine Auswahl verschiedener Verfahren zur Festigkeitssteigerung von metallischen Werkstoffen praktisch anzuwenden.

#### Literatur

- Macherauch E.: Praktikum in Werkstoffkunde. Braunschweig: Vieweg & Sohn, 1992.
- Stüwe H.P.: Einführung in die Werkstoffkunde. Mannheim-Zürich: B.I.-Hochschultaschenbücher Band 467, 1992.
- Hornbogen E.: Werkstoffe. Springer-Verlag, 2006.

#### Leistungsnachweis

Werkstoffkunde: Schriftliche Prüfung 90 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

Einführung in die Chemie: Notenschein (ohne Hilfsmittel)

Werkstoffkundliches Grundpraktikum: Teilnahmeschein

Gesamtnote =  $\frac{1}{4}$  Chemie+  $\frac{3}{4}$  (WK I und II)

**Verwendbarkeit**

Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik.

Das Modul Werkstoffkunde findet Anwendung in weiteren Lehrveranstaltungen, wie z.B. in der Technischen Mechanik.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Grundlagen der Elektrotechnik	1207

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jochen Schein	Pflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12071	VÜ	Grundlagen der Elektrotechnik	Pflicht	5
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

Empfohlene Voraussetzungen
----------------------------

Kenntnisse in "Experimentalphysik"

Qualifikationsziele
---------------------

- Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Aufgabenstellungen aus dem Gebiet der Elektrotechnik als solche zu erkennen und zu lösen.
- Sie erhalten einen groben Überblick über wesentliche Elektrotechnik-Teilgebiete,
- Die Studierenden erwerben erste Kenntnisse der Schaltungsanalyse für Gleich- und Wechselspannung, was sie in die Lage setzen sollte, den Nutzen einfacher Schaltungen zu erkennen, bzw. selber einfache Schaltung für z.B. messtechnische Anwendungen zu entwerfen

Inhalt
--------

Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse in den Bereichen:

- Elementare Elemente Elektrischer Schaltungen
- Grundlagen zur Berechnung elektrischer Schaltungen (Kirchhoffsche Gesetze)
- Analyse von Gleichstromnetzwerken
- Analyse von Wechselstromnetzwerken
- Einschwingvorgänge
- Grundlagen Elektrischer Maschinen
- Elementare Halbleiterbauelemente

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Anwendung von Operationsverstärkern</li> <li>• Schaltungssimulation mit Spice</li> </ul>
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Albach M.: Grundlagen der Elektrotechnik 1. Erfahrungssätze, Bauelemente und Gleichstromschaltungen. Verlag Pearson, 9/2008.</li> <li>• Albach M.: Grundlagen der Elektrotechnik 2. Periodische und nicht periodische Signalformen. Verlag Pearson, 1/2005.</li> <li>• Tietze U., Schenk C.: Halbleiter-Schaltungstechnik. Verlag Springer, 2002. 12. Aufl.</li> <li>• Paul R., Paul S.: Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik 1. Gleichstromnetzwerke, elektromagnetische Felder und ihre Anwendungen. Reihe: Springer-Lehrbuch, 2010. 4. Aufl.</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Zugelassene Hilfsmittel: eine selbstbeschriebene Doppelseite DIN A4)
<b>Verwendbarkeit</b>
Das Modul ist verpflichtend im Bachelor-Studiengang LRT
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen

Modulname	Modulnummer
<b>Grundlagen BWL und Management für Ingenieure</b>	1208

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr.-Ing. (habil) Bernhard Katzy	Pflicht	6

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	36	54	3

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12081	VÜ	Grundlagen BWL und Management für Ingenieure	Pflicht	3
12082	UE	Grundlagen BWL und Management für Ingenieure	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>3</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

keine

## Qualifikationsziele

- Die Studierenden erhalten eine Einführung in die betriebswirtschaftlichen Strukturen technologiebasierter Unternehmen und deren theoretische Grundlagen.
- Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Führungsfunktion des Ingenieurs und deren theoretische Grundlagen.
- Die Studierenden kennen die Basisprozesse des technologiebasierten Unternehmens und deren Koordination.
- Die Studierenden kennen die Aufgaben und Funktion des operativen Managements in einem technologiebasierten Unternehmen.

## Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul Grundlagen BWL und Management für Ingenieure grundlegende Kenntnisse, um den Führungsverwendungen eines Ingenieurs in einem technologiebasierten Unternehmen gerecht zu werden.

Im Einzelnen:

- Die Studierenden sollen die Aufgaben, Einsatzbereiche und benötigten Fähigkeiten des Ingenieurs im 21. Jahrhundert kennen und einschätzen lernen.
- Die Studierenden kennen elementare Unternehmensmodelle sowie die allgemeinen Prinzipien der operativen Prozesse und Aufgaben des operativen Managements

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sollen die Grundzüge der Managementlehre für Ingenieure kennen und anhand von Beispielen anwenden können.</li> <li>• Die Studierenden sollen den Entwicklungsprozess eines Produktes kennenlernen und lernen sowohl finanzielle als auch technologische Risiken für ein Produkt bzw. Projekt abzuschätzen.</li> <li>• Die Studierenden lernen die allgemeine Struktur der Auftragsabwicklung kennen und können den Planungszyklus der Produktionsplanung und -steuerung auf ein Unternehmen anwenden.</li> </ul>
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Burkhardt W. (Ed.): Das Große Handbuch Produktion, Augsburg, Verlag Moderne Industrie, insbesondere Katzy, B. R. Produktionsmanagement für die Produktion im Unternehmensnetzwerk, S. 1-72, 2001.</li> <li>• Verburg R., Ort R., Dicke W. (Ed.): Managing Technology and Innovation - an Introduction, Routledge, 2006.</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 75 Minuten (ohne Hilfsmittel)
<b>Verwendbarkeit</b>
Einführung in die Denken- und Argumentationsstrukturen der Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Strömungsmechanik und Aerodynamik</b>	1209

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian J. Kähler	Pflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
210	96	114	7

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12091	VL	Strömungsmechanik	Pflicht	2
12092	UE	Strömungsmechanik	Pflicht	2
12093	VL	Grundlagen der Aerodynamik	Pflicht	2
12094	UE	Grundlagen der Aerodynamik	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>8</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Kenntnisse in Höherer Mathematik und Experimentalphysik

Qualifikationsziele
<p><b>Lehrveranstaltung Strömungsmechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind mit den wichtigsten Begriffen und Denkweisen der Strömungsmechanik vertraut und wissen, wie sie diese Denkweisen anwenden müssen.</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage, einfache strömungsmechanische Probleme mit mathematischen Methoden abzuschätzen.</li> <li>Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Berechnungsmethoden der Theorie dünner Profile (Skelett-Theorie) und können die Methoden zur Berechnung aerodynamischer Parameter symmetrischer Profile endlicher Dicke auf Basis der Tropfen-Theorie anwenden.</li> <li>Die Studierenden verstehen die Grundprinzipien der analytischen Beschreibung von Tragflügeln im Rahmen der Traglinientheorie und wissen um die Wirkung geometrischer Parameter des Tragflügels auf dessen aerodynamische Leistungen.</li> </ul> <p><b>Lehrveranstaltung Grundlagen der Aerodynamik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden verstehen die physikalischen Phänomene der Tragflügelumströmung mit Reibungseinfluss (laminar, turbulent, Transition, Ablösung) und sind in der Lage Abschätzungen zu Strömungszuständen an einem Tragflügel zu geben.</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage reibungsbehaftete Strömungssysteme (z.B. Rohrleitungen, Pumpanlagen) funktionsfähig auszulegen.</li> </ul>

- Die Studierenden sind imstande Reibungseffekte an umströmten Körpern auf Basis der Grenzschichttheorie zu erklären.
- Die Studierenden sind imstande, zu erkennen, auf welchen Grad an mathematischer Komplexität die Lösung eines gestellten strömungsmechanischen Problems führt, welche Lösungsverfahren existieren und wie sich Probleme vereinfachen lassen.

## Inhalt

### **Lehrveranstaltung Strömungsmechanik**

In diesem Modul werden die wichtigsten Grundkenntnisse der klassischen Strömungsmechanik vermittelt und Strömungen betrachtet, bei denen die Reibung (Viskosität) vernachlässigbar ist:

- Definition und Eigenschaften der Fluide
- Statik der Fluide
- Dynamik der Fluide
- Impulssatz
- Gasströmungen
- Potentialtheorie
- Grundlagen der Aerodynamik
- Theorie dünner Profile (Skelett-Theorie)
- Theorie symmetrischer Profile endlicher Dicke (Tropfen-Theorie)
- Traglinien-Theorie

### **Lehrveranstaltung Grundlagen der Aerodynamik**

In diesem Modul werden Strömungen betrachtet, bei denen die Reibung (Viskosität) zu wesentlichen Effekten führt.

- Strömungen mit Reibung / Technische Strömungen
- Grenzschichttheorie
- Transition
- Turbulente Strömungen
- Schließungsansätze und Wandgesetze
- Statistische Theorie der Turbulenz
- Simulationsmethodik für turbulente Strömungen

## Literatur

- Anderson J.D.: Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill Book Company, 1984
- Bertin J.J., Smith M.L.: Aerodynamics for Engineers. Prentice-Hall, 1989
- Gersten K.: Einführung in die Strömungsmechanik. Shaker, 2003
- Schlichting H.; Gersten, Klaus: Grenzschicht-Theorie. Berlin: Springer, 2006
- Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 1. Springer Verlag, 2000

- Schlichting H., Truckenbrodt E.A.: Aerodynamik des Flugzeuges. Band 2. Springer Verlag, 2000
- Zierep J.; Bühler, Karl: Grundzüge der Strömungslehre: Grundlagen, Statik und Dynamik der Fluide. Vieweg+Teubner, 2007

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 150 Minuten. Zugelassene Hilfsmittel: nicht programmierbarer Taschenrechner

#### Verwendbarkeit

Das Modul liefert die Grundbausteine für zahlreiche weiterführende Lehrveranstaltungen zu Spezialgebieten oder Anwendungsgebieten der Strömungsmechanik und Aerodynamik (z.B. Gasdynamik, Flugtriebwerke, Aerothermodynamik, Flugzeugaerodynamik, CFD, Messmethoden in der Strömungsmechanik etc.). In der Luft- und Raumfahrttechnik ist das Modul von zentraler Bedeutung, da sowohl die Bewegung, als auch der Antrieb sämtlicher Luftfahrzeuge auf den vermittelten Prinzipien beruhen. Im Bauingenieurwesen ist es beispielsweise wesentlich für das Verständnis der Windlasten auf Bauwerke und Brücken oder der Strömung in Kanälen. Ein weiteres Beispiel im Bereich alternativer Energien ist die zentrale Rolle des Moduls auf dem Gebiet der Windenergie-Erzeuger. Für Studenten, die sich in ihrem späteren Berufsleben mit der numerischen Simulationen von Strömungen beschäftigen, stellt es wichtige begriffliche Grundlagen zur Verfügung.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Semester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbstsemester. Als Startzeitpunkt ist das Herbstsemester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Numerische Mathematik</b>	1210

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. (habil) Markus Klein	Pflicht	6

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
180	72	108	6

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12101	VL	Numerische Mathematik I	Pflicht	2
12102	UE	Numerische Mathematik I	Pflicht	1
12103	VL	Numerische Mathematik II	Pflicht	2
12104	UE	Numerische Mathematik II	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Kenntnisse in Höherer Mathematik
Qualifikationsziele
Die Studierenden können mathematische Fragestellungen aus allen Bereichen der Luft- und Raumfahrttechnik selbständig in algorithmische Form umsetzen.
Inhalt
<p>Das Modul Numerische Mathematik vermittelt die Grundlagen der Rechneranwendungen für alle numerischen Fragestellungen der Luft- und Raumfahrttechnik. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Faches wird, den inhaltlich sehr verschiedenen technischen Bereichen des Studiums entsprechend, eine Orientierung an den gemeinsamen Grundlagen angestrebt.</p> <p>Die Vorlesung Numerische Mathematik I behandelt die Numerische Lineare Algebra einschließlich des Konditions- und Stabilitätsbegriffes. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf effizienten Algorithmen zur LR-, QR-, Cholesky-, Singulärwert- und Eigenwertzerlegung sowie der Nullstellensuche.</p> <p>In der Numerischen Mathematik II werden Interpolation, Funktionsapproximation, Quadraturverfahren, iterative Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme und die numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen behandelt.</p> <p>Es wird in beiden Vorlesungen besonderer Wert darauf gelegt, die grundlegenden Algorithmen für die erwähnten Fragestellungen kennenzulernen und ihre spezifischen Vor- und Nachteile gegeneinander abzuwägen.</p>

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Michael Knorrenschild, Numerische Mathematik, Fachbuchverlag Leipzig, 2003.</li><li>• W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky und W. T. Vetterling, Numerical Recipes in Fortran (in C, in C++, in Pascal), Cambridge University Press</li><li>• Josef Stoer, Roland Bulirsch, Numerische Mathematik 1 und 2, Springer, Berlin 1994, 1990.</li><li>• W. Dahmen und A. Reusken, Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag, 2008.</li><li>• A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, Numerische Mathematik 1&amp;2, Springer Verlag, 2000.</li><li>• Trefethen L.N., Bau D.: Numerical Linear Algebra. Philadelphia: SIAM, 1997.</li></ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Numerische Mathematik I und II: Schriftliche Prüfung 120 Minuten (zugelassene Hilfsmittel: selbst angefertigte Mitschrift aus der Vorlesung (1 x DINA4 beidseitig beschrieben), kein Taschenrechner)
<b>Verwendbarkeit</b>
Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 2. Studienjahr vorgesehen. Für leistungsstarke Studierende besteht im Rahmen des Intensivstudiums die Möglichkeit, das Modul individuell bereits im Frühjahrstrimester des 1. Studienjahres zu beginnen.

Modulname	Modulnummer
Softwareentwicklung	1211

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. (habil) Markus Klein Univ.-Prof. Dr.-Ing. Axel Schulte	Pflicht	6

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	72	78	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12111	VL	Softwareentwicklung - Programmierung	Pflicht	2
12112	UE	Softwareentwicklung - Programmierung	Pflicht	2
12113	UE	Softwareentwicklung - Numerische Rechneranwendung	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

Empfohlene Voraussetzungen
----------------------------

keine spezifischen

Qualifikationsziele
---------------------

**Qualifikationsziele der LV "Softwareentwicklung – Programmierung":**

- Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte systematischer Softwareentwicklung.
- Die Studierenden können überschaubare Problemstellungen, die durch das Zusammenspiel verschiedener Funktionalitäten und ggf. Interaktivität mit Benutzer bzw. anderen Funktionalitäten gekennzeichnet sind, systematisch modellieren.
- Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Sprachkonstrukte von C/C++ und sind in der Lage, einfache Problemstellungen in ein C/C++-Programm umzusetzen.
- Die Studierenden sind in der Lage aufgrund des erworbenen Wissens über imperative Programmiererelemente und objektorientierte Konzepte am Beispiel C/C++ andere imperative objektorientierte Programmiersprachen wie Java eigenständig zu erlernen.

**Qualifikationsziele der LV "Softwareentwicklung - Numerische Rechneranwendungen mit MATLAB":**

- Die Studierenden lernen die kommerzielle Software MATLAB zur Lösung mathematischer Probleme und zur grafischen Darstellung der Ergebnisse in den Grundzügen kennen.
- Des Weiteren erlernen die Studierenden innerhalb dieser Softwareumgebung die Grundzüge der prozeduralen Programmierung.

- Das erlernte Wissen wird angewendet und vertieft, indem numerische Verfahren des parallel laufenden Moduls „Numerische Mathematik“ eigenständig implementiert werden.
- Die Studierenden können somit anschließend mathematische Fragestellungen aus allen Bereichen der Luft- und Raumfahrttechnik selbständig in einer höheren Programmiersprache unter Verwendung von Standardbibliotheken lösen.

#### Inhalt

Das Modul "Softwareentwicklung" setzt sich aus zwei weitgehend unabhängigen, aber sich ergänzenden Lehrveranstaltungen zu unterschiedlichen Aspekten des Wissensgebiets der Softwareentwicklung für Ingenieure zusammen. Diese sind die "Softwareentwicklung - Programmierung" und die "Softwareentwicklung - Numerische Rechneranwendungen mit MATLAB". Die LV "Softwareentwicklung - Programmierung" widmet sich vor allem der Vermittlung einer imperativen Programmiersprache sowie Grundlegender Entwicklungs- und Systemaspekte. Die LV "Softwareentwicklung - Numerische Rechneranwendungen mit MATLAB" vermittelt Grundlagen der Anwendung numerischer Methoden auf dem Rechner.

#### **Inhalte der LV "Softwareentwicklung - Programmierung":**

Die Studierenden erwerben im Modul "Softwareentwicklung" das Grundwissen zur Entwicklung interaktiver Softwareanwendungen. Im Einzelnen umfasst dies die folgenden Inhalte:

Die Studierenden werden mit einem Phasenmodell als Vorgehensweise bei der Softwareentwicklung vertraut gemacht.

Die Studierenden erhalten einen Einblick in die systematische Definition von Anforderungen an Softwaresysteme. Hierfür wird ein Überblick über die grundlegenden Elemente der UML (Unified Modelling Language) gegeben.

Die Studierenden lernen den Unterschied zwischen gängigen Entwurfsmethoden kennen, wobei insbesondere auf den funktionalen und objektorientierten Entwurf als wichtigste Paradigmen eingegangen wird.

Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Implementierung von Softwaremodulen unter Verwendung der Programmiersprache C/C++. In diesem Zusammenhang erwerben sie Kenntnisse in den folgenden Bereichen:

o Programmiersystemumgebung

(Rechner, Betriebssystem, Compiler, Ein-/Ausgabeeinheiten)

o Imperative Programmier-elemente

- Datentypen und Variablen
- Ausdrücke und Operatoren
- Kontrollstrukturen
- o Objektorientierte Konzepte
  - Klassen und Objekte
  - Blöcke und Methoden
  - Vererbung

o Methoden zur Interprozesskommunikation wie z.B. Middleware, gemeinsam genutzte Speicherbereiche

#### **Inhalte der LV "Softwareentwicklung - Numerische Rechneranwendungen mit MATLAB":**

Im Hinblick auf die Prototypenentwicklung und Routineaufgaben, mit denen die Studenten im Studium und später im Beruf konfrontiert werden, erlernen die Hörer grundlegende Kenntnisse und Funktionalitäten von MATLAB kennen.

Anschließend werden Grundelemente der prozeduralen Programmierung wie Schleifen, Funktionen, Verzweigungen, Text Ein- und Ausgabe in der MATLAB Programmierumgebung vorgestellt.

Schließlich werden die theoretischen Inhalte des Moduls Numerische Mathematik vertieft, indem diese aktiv in die Programmierumgebung MATLAB umgesetzt werden. Die Studenten lernen die Arbeitsprozesse der Algorithmenentwicklung und -analyse, Programmierung, Fehlersuche, Validierung, Berechnung sowie die Auswertung mit graphischen Oberflächen kennen.

#### Literatur

Softwareentwicklung - Programmierung:

- Balzert H.: Lehrbuch der Softwaretechnik. Basiskonzepte und requirements Engineering. Spektrum Akademischer Verlag, 2009.
- Regionales Rechenzentrum für Niedersachsen, RRZN (Hrsg): C++ für Programmierer.
- Stroustrup B.: The C++ Programming Language. Addison-Wesley, 2000.

Softwareentwicklung - Numerische Rechneranwendungen mit MATLAB:

- Benker, H. Ingenieurmathematik kompakt – Problemlösungen mit MATLAB. Springer, Berlin-Heidelberg, 2010.
- Alfio Quarteroni, Fausto Saleri, Wissenschaftliches Rechnen mit Matlab, Springer 2006.
- Higham D.J., Higham N.J.: Matlab Guide; Philadelphia: SIAM, 2005.

#### Leistungsnachweis

Gemeinsame schriftliche Prüfung 60+60=120 Minuten. Dabei werden die Klausurergebnisse der Module „Programmierung“ und „Numerische Rechneranwendungen mit MATLAB“ im Verhältnis 3:2 gewichtet.

#### Verwendbarkeit

In diesem Studiengang:

- Voraussetzung für bestimmte Studien-/Bachelorarbeiten in den Gebieten, z.B.:

o "Flugmechanik & Flugführung"

o "Technik autonomer Systeme"

o "Arbeitswissenschaften"

o "Numerik" oder "Computational Fluid Dynamics"

MATLAB kann nicht nur zur Lösung von mathematischen oder numerischen Fragestellungen in der Mechanik, Strömungslehre oder Thermodynamik eingesetzt werden, sondern vor allem auch zur Datenaufbereitung und Analyse bei fast jeder akademischen Arbeit.

In anderen Studiengängen:

- Master of Science (M.Sc.) Luft- und Raumfahrttechnik

insbesondere für Schwerpunkte im Bereich "Flugführungssysteme" und "Autonome Systeme"

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester mit der Lehrveranstaltung Numerische Rechneranwendungen mit MATLAB. Die Lehrveranstaltung Programmierung findet jeweils im Herbsttrimester statt. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 2. Studienjahr vorgesehen. Für leistungstarke Studierende besteht im Rahmen des Intensivstudiums die Möglichkeit, das komplette Modul ein Jahr vorzuziehen. Es beginnt dann im Frühjahrstrimester des 1. Studienjahres.

Modulname	Modulnummer
Maschinenelemente	1212

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	180	180	12

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12121	VL	Maschinenelemente I	Pflicht	4
12122	UE	Maschinenelemente I	Pflicht	2
12123	VL	Maschinenelemente II	Pflicht	4
12124	UE	Maschinenelemente II	Pflicht	2
12125	VL	Technisches Zeichnen	Pflicht	1
12126	UE	Technisches Zeichnen	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>15</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse in Technischer Mechanik und Werkstoffkunde

## Qualifikationsziele

- Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, technische Zeichnungen zu verstehen und selbständig zu erstellen.
- Sie besitzen grundlegende Kenntnisse der Konstruktionslehre sowie der wichtigsten Maschinenelemente.
- Sie können die wichtigsten Konstruktionselemente anwendungsgerecht in Konstruktionen einsetzen.
- Auf Grundlage der Anforderungen sind die Studierenden in der Lage, einfache Konstruktionselemente bzgl. Festigkeit, Steifigkeit und Lebensdauer zu dimensionieren und nachzuweisen.

## Inhalt

Vermittlung von grundlegenden Kenntnissen des Technischen Zeichnens und der Maschinenelemente.

**Technisches Zeichnen:**

- Zeichnungssystematik
- Toleranzen und Passungen

- 2D-, 3D Zeichnungen, Ansichten, einschlägige Normen

**Maschinenelemente:**

- Grundlagen Konstruktionslehre, Gestaltungsprinzipien und Gestaltungsrichtlinien
- Grundlagen der Festigkeitsrechnung, Belastungs- und Beanspruchungsarten, statische und dynamische Bauteilauslegung
- Achsen, Wellen, Zapfen, Dichtungselemente
- Welle-, Nabe-Verbindungen
- Verbindungen, Schweißen, Löten, Kleben, Nieten
- Schrauben, Gewinde, Schraubverbindungen, vorgespannte Schraubverbindungen
- Federn
- Gleitlagerungen, Wälzlagerungen
- Riemen- und Kettentriebe
- Zahnräder und Zahnradgetriebe
- Kupplungen und Bremsen

**Literatur**

- Schlecht, Maschinenelemente I + II; Pearson Studium; 1. Auflage 2006 / 2009; ISBN-10: 3827371457; ISBN-10: 3827371465
- Roloff/Matek: Maschinenelemente; Vieweg + Teubner ; 18. Auflage 2007; ISBN-10: 383480262X

**Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung 180 Minuten (45 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel und 135 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln außer programmierbare Taschenrechner), Maschinenzichnen: Teilnahmechein

**Verwendbarkeit**

Das ingenieurwissenschaftliche Grundlagenmodul Maschinenelemente ist Voraussetzung für jede konstruktive Tätigkeit während des Studiums sowie während der späteren Ingenieurstätigkeit im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Fachpraktikum	1213

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr.-Ing. (habil) Bernhard Katzy	Pflicht	0

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
276			9

### Empfohlene Voraussetzungen

Voraussetzung ist die Ableistung des Vorpraktikums (8 Wochen) vor Studienbeginn.

### Qualifikationsziele

- Die Studierenden sollen die theoretischen Erkenntnisse der Lehrveranstaltungen in einem Industriebetrieb vertiefen und in einem gewissen Umfang anwenden.
- Die Studierenden sollen auch die soziologische Seite des Betriebsgeschehens erfassen und das Verhältnis zwischen Führungskräften und Mitarbeitern kennenlernen.
- Die Studierenden können anhand ihrer Industrieerfahrung eine qualifiziertere Studienplanung und -schwerpunktbildung vornehmen.
- Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die unterschiedlichen Tätigkeitsbereiche eines Ingenieurs und erhalten eine Entscheidungshilfe für einen späteren Berufseinstieg.

### Inhalt

- Die Studierenden ergänzen im Modul Fachpraktikum ihr Studium durch den Erwerb von praxisnahen Erkenntnissen und schaffen eine gute Grundlage zum besseren Verständnis der Lehrveranstaltungen.
- Die Studierenden sollen einerseits betriebstechnische Erfahrungen in der Herstellung und im Betrieb von Produkten des Maschinenbaus und andererseits Erfahrungen in Aufgabenfeldern und Tätigkeitsbereichen von Maschinenbauingenieuren sammeln.
- Im betriebstechnischen Anteil (Bereich A) des Fachpraktikums sollen die Studierenden in ein Arbeitsfeld von Facharbeitern/Meistern eingegliedert werden und Kenntnisse z.B. in der Herstellung und Bearbeitung von Werkstoffen, Montage, Inbetriebnahme, Reparatur etc. sammeln.
- Im ingenieursnahen Anteil (Bereich B) des Fachpraktikums sollen die Studierenden in das Arbeitsfeld von Ingenieuren oder entsprechend qualifizierten

Personen eingebunden werden und z.B. Kenntnisse in Forschung, Entwicklung, Konstruktion, Produktionsplanung etc. sammeln.
Leistungsnachweis
Teilnahmeschein
Verwendbarkeit
Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 3 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils in der Vorlesungsfreien Zeit.

Modulname	Modulnummer
<b>Thermodynamik und Grundlagen der Wärmeübertragung</b>	1214

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Michael Pfitzner	Pflicht	4

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
360	168	192	12

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12141	VL	Thermodynamik I	Pflicht	3
12142	UE	Thermodynamik I	Pflicht	2
12143	VL	Thermodynamik II	Pflicht	3
12144	UE	Thermodynamik II	Pflicht	2
12145	VL	Grundlagen der Wärmeübertragung	Pflicht	2
12146	UE	Grundlagen der Wärmeübertragung	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>14</b>

## Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden die Module "Höhere Mathematik", "Experimentalphysik" und "Mechanik".

## Qualifikationsziele

- Die Studierenden beherrschen thermodynamische Grundbegriffe und können selbstständig thermodynamische Problemstellungen erkennen und einordnen.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, relevante Parameter thermodynamischer Prozesse zu identifizieren, diese Prozesse quantitativ zu analysieren sowie gemäß selbst geeignet gewählter Wirkungsgrade zu optimieren.
- Die Studierenden besitzen ein Verständnis für die thermodynamischen Eigenschaften unterschiedlicher Stoffe und Arbeitsfluide, sie können Stoffdaten aus Datensammlungen extrahieren und Eigenschaften dieser Stoffe mittels thermodynamischer Relationen ableiten.
- Die Studierenden kennen die Eigenschaften wichtiger thermodynamischer Vergleichsprozesse, deren Parameter und Wirkungsgrade sowie deren technische Anwendungsgebiete.
- Die Studierenden kennen die verschiedenen Arten des Wärmeübergangs und ihre Eigenschaften und können selbstständig Wärmeübertragungsprobleme klassifizieren und bewerten.

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, selbständig Wärmeübertragungsprobleme abzuschätzen und zu berechnen sowie Ergebnisse von numerischen Thermalsimulationen anhand von Überschlagsrechnungen zu bewerten.
- Die Studierenden besitzen ein Verständnis für die Eigenschaften von Wärmetauschern und können diese nach Typ auswählen, analysieren und optimieren.
- Die Studierenden besitzen einen Überblick über die qualitativen Eigenschaften der verschiedenen Arten des Wärmeübergangs in verschiedenen Geometrien und können diese Kenntnisse auf komplexere Anwendungen übertragen.

## Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul "Thermodynamik + Grundlagen der Wärmeübertragung" Kenntnisse über thermodynamische Prozesse, die thermodynamischen Eigenschaften von Arbeitsmitteln, Grundkenntnisse über die verschiedenen Arten der Wärmeübertragung sowie der Berechnung der Wärmeübertragung in wichtigen technischen Anwendungen. Das Modul enthält folgende Teileinheiten:

### **Thermodynamik I:**

- Nach einer Übersicht über technische Anwendungen thermodynamischer Prozesse erlernen die Studierenden die Grundbegriffe der Thermodynamik wie thermodynamisches System, Prozess und Zustand. Anschließend werden die Studierenden mit dem ersten Hauptsatz (Massen- und Energieerhaltung) in geschlossenen und offenen Systemen bekannt gemacht. Sie erlernen die daraus resultierenden Gesetzmäßigkeiten, erhalten einen Überblick über einige Anwendungen sowie die Definition thermodynamischer Wirkungsgrade.
- Für die Anwendung dieser Wissensbestandteile sind thermodynamische Eigenschaften von Arbeitsfluiden notwendig. In diesem Abschnitt lernen die Studierenden zunächst ideale und reale Gase, inkompressibles Fluid sowie ideale Gasgemische genauer kennen.

### **Thermodynamik II:**

- Zunächst werden die Studierenden mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik und der Zustandsgröße Entropie vertraut gemacht, welche eine Quantifizierung der Irreversibilität von Prozessen erlauben.
- Die Studierenden erhalten eine Einführung in thermodynamische Vergleichsprozesse (z.B. den Carnot-Prozess) und in wichtige technische Arbeitsprozesse (z.B. Otto-, Diesel-, Gasturbinenprozess). Sie lernen deren charakteristische Parameter und Wirkungsgrade kennen sowie Methoden zur Optimierung dieser Prozesse.
- Als Vertiefung der bereits erlernten Arbeitsfluid-Konzepte Idealgas, inkompressibles Fluid und Realgas lernen die Studierenden die thermodynamischen Eigenschaften von Arbeitsfluiden beim Phasenwechsel (Schmelzen, Verdampfen) und thermodynamischen Prozessen im 2-Phasengebiet

(Dampfturbine, Kältemaschine) kennen und erlernen Methoden zur Berechnung dieser Prozesse unter Verwendung von Stofftabellen.

- Abschließend erhalten die Studierenden einen Überblick über die Konzepte von Exergie und Anergie, welche für die Optimierung von Prozessen wichtig sind.

#### **Grundlagen der Wärmeübertragung:**

- Die Studierenden erhalten zunächst eine Übersicht über wichtige technische Anwendungen der Wärmeübertragung und werden mit den drei wichtigen Arten der Wärmeübertragung: Wärmeleitung, Strahlung, konvektiver Wärmeübergang vertraut gemacht.
- Für Probleme mit stationärer Wärmeleitung wird den Studierenden vertiefend die für die Anwendung relevante Methode der Wärmewiderstände / Wärmedurchgangskoeffizienten vorgestellt.
- Den Studierenden werden die verschiedenen Typen von Wärmetauschern vorgestellt, sie erlernen Methoden zu deren Analyse, Auslegung und Optimierung.
- Anschließend werden die Kenntnisse der Studierenden im Bereich der Wärmeleitung und der zugehörigen Randbedingungen vertieft, mit Schwerpunkt auf eindimensionalen Problemen (stationär und instationär), welche eine schnelle Beurteilung von Ergebnissen numerischer Rechnungen ermöglichen.
- Die Studierenden erhalten vertiefte Kenntnisse des konvektiven Wärmeübergangs (erzwungene und freie Konvektion). Der Schwerpunkt liegt auf der Diskussion des Wärmeübergangs an einfachen Geometrien (z.B. ebene Platte, Rohrströmung) sowie auf dem Verhalten der Wärmeübergangskoeffizienten in verschiedenen für die Anwendung wichtigen Geometrien. Den Abschluss bildet eine Diskussion des Wärmeübergangs beim Kondensieren und Sieden.
- Bei der folgenden Vertiefung der Kenntnisse der Studierenden über den Strahlungswärmeübergang werden sie mit dem Konzept des schwarzen Körpers als Vergleichsobjekt und Emissivitäten von Strahlern vertraut gemacht und es wird die Richtungs- und Wellenlängenabhängigkeit von Strahlung diskutiert.

#### **Literatur**

##### Thermodynamik:

- Herwig H., Kautz C.H.: Technische Thermodynamik. Pearson Studium, 2007.
- Jones J.B., Dugan R.E.: Engineering Thermodynamics. Prentice-Hall, International Editions, 1996.
- Baehr H.D.: Thermodynamik. Springer, 1996. 9. Auflage.

##### Grundlagen der Wärmeübertragung:

- Polifke W., Kopitz J.: Wärmeübertragung. Pearson Studium, 2007.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incropera F. P., Dewitt D. P.: Fundamentals of Heat and Mass Transfer. J. Wiley, 2001. 4. Auflage.</li> <li>• Merker G.P., Eiglmeier C.: Fluid- und Wärmetransport Wärmeübertragung. B.G. Teubner, 1999.</li> <li>• VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (Hrsg): VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, 2006.</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 180 Min.
<b>Verwendbarkeit</b>
Das Modul vertieft einige Inhalte der Fächer "Mechanik", "Experimentalphysik" und "Werkstoffkunde" und bildet die Grundlage für die Bachelor- / Masterfächer "Antriebe" und "Raumfahrttechnik" sowie für Masterveranstaltungen wie "chemische Thermodynamik", "Nichtgleichgewichtsthermodynamik". Die Thermodynamik und Wärmeübertragung bilden eine wichtige Grundlage für den warmen Maschinenbau und ist insbesondere bei der Auslegung und Optimierung von Flugantrieben und Raumfahrzeugen unverzichtbar.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Mess- und Regelungstechnik	1215

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Günther Dollinger Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ferdinand Svaricek	Pflicht	8

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
210	88	122	7

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12151	VL	Grundlagen der Messtechnik	Pflicht	2
12152	UE	Grundlagen der Messtechnik	Pflicht	2
12153	VL	Steuer- und Regelungstechnik	Pflicht	2
12154	UE	Steuer - und Regelungstechnik	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>8</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Experimentalphysik/Praktikum, Höhere Mathematik I, II, III, Technische Mechanik, Grundlagen der Elektrotechnik

Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen die Grundlagen des analogen und digitalen Messens</li> <li>• Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, zeitlich veränderliche Messgrößen im Zeit- wie im Frequenzraum zu analysieren und zwischen den Darstellungen zu transformieren.</li> <li>• Die Studierenden lernen exemplarisch an den Beispielen Längenmessung, Zeitmessung und der Lichtdetektion den Aufbau eines Messsystems von Sensor, Messsignalen und Messwerterfassung kennen.</li> <li>• Die Studierenden haben einen Überblick über die grundlegenden mathematischen und systemtechnischen Methoden der Steuer- und Regelungstechnik, die zur Modellierung, Beschreibung, Analyse, Entwurf und der Bewertung linearer Regelkreise benötigt werden.</li> <li>• Sie können zwischen Steuerung und Regelung unterscheiden. Nach Analyse und Einordnung der Problemstellung sind sie in der Lage, eine geeignete Lösungsmethode (Steuerung und Regelung) zu wählen und diese eigenständig anzuwenden.</li> </ul>

- Die Studierenden haben die Erkenntnis gewonnen, dass sich viele technische, biologische, ökonomische und andere Systeme auf einer abstrakten, mathematischen Ebene gleichen und daher mit den vermittelten Methoden behandelt werden können.

#### Inhalt

Das Modul besteht aus der Vorlesung "Grundlagen der Messtechnik", der Vorlesung "Steuer- und Regelungstechnik" und den dazugehörigen Übungen.

In der Vorlesung "Grundlagen der Messtechnik" werden folgende Inhalte vermittelt:

- Zeitverhalten von Messgeräten
- Spektralanalyse, analoge und diskrete Fouriertransformation, Faltung
- Detektion von Licht, Halbleitersensor, Bandschema, Dotierung von Halbleitern
- Analog-Digital-Umsetzer, Digitalmultimeter, Digitaloszilloskope
- Weglängenmessung
- Zähler, Zeit und Frequenzmessung
- Durchführung von Messungen und Komponenten eines Messsystems
- Basisgrößen, Basiseinheiten und ihre Darstellung

In der Vorlesung "Steuer- und Regelungstechnik" erwerben die Studierenden das Grundwissen zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelungs- und Steuerungssysteme.

- Die Studierenden erhalten nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Regelungstechnik eine Einführung in die aktuelle Bedeutung der Steuer- und Regelungstechnik in der Technik.
- Nach Erläuterung der wichtigsten in der Steuer- und Regelungstechnik verwendeten Begriffe und Bezeichnungen, lernen die Studierenden verschiedene Methoden für die Modellierung und Beschreibung des Verhaltens von dynamischen Systemen kennen: Geräte- und Blockschaltbilder, statische Kennlinien, gewöhnliche lineare Differentialgleichung, Gewichtsfunktion, Übergangs- und Übertragungsfunktionen, Pole und Nullstellen, Zustandsraummodelle.
- Anschließend werden die Eigenschaften folgender Regelkreisglieder behandelt: P-, PT1- und PT2-Systeme, I- und IT1-Systeme.
- Den Studierenden werden dann die Grundlagen der Analyse und Synthese linearer Regelkreise vermittelt: Ermittlung des stationären Verhaltens, Bewertung des Übergangsverhaltens, Überprüfung der Stabilität linearer Regelkreise, Anwendung der algebraischen Stabilitätskriterien, Verfahren zur Einstellungen von PID-Reglern.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Darüber hinaus werden die Studierenden mit der Nutzung des Softwarepaketes Matlab/Simulink vertraut gemacht, das weltweit bei der Lösung regelungstechnischer Aufgabenstellungen eingesetzt wird</li> </ul>
<b>Literatur</b>
<p><b>Grundlagen der Messtechnik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elmar Schrüfer: Elektrische Messtechnik, Hanser-Verlag, 9. Auflage 2007, www.schruefer-messtechnik.de ISBN-13: 978-3446409040, 8. Auflage mit Druckfehlern! ältere Auflagen: noch keine Spektralanalyse/Fourier</li> <li>• Reinhard Lerch: Elektrische Messtechnik, Springer, 4. Auflage 2007, ISBN: 978-3-540-73610-3</li> <li>• Johannes Niebuhr: Physikalische Messtechnik mit Sensoren, Oldenbourg, 5. Auflage 2001, ISBN: 978-3486270075</li> <li>• T. Butz: Fouriertransformation für Fußgänger, Teubner, 5. Auflage 2007, ISBN 978-3-8351-0135-7</li> </ul> <p><b>Steuer- und Regelungstechnik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Lunze: Regelungstechnik 1. Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen. 6. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2007.</li> <li>• H. Unbehauen: Regelungstechnik. Band I. 15. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2008.</li> <li>• L. Litz: Automatisierungstechnik. Regelungssysteme - Steuerungssysteme - Hybride Systeme. München: Oldenbourg Verlag, 2005.</li> <li>• G. Schulz: Regelungstechnik 1. 2. Auflage. München: Oldenbourg Verlag, 2004.</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
<p>Schriftliche Prüfung 150 Minuten                  Grundlagen der Messtechnik 75 Minuten (zugelassene Hilfsmittel: 2 handbeschriebene Blätter DIN A4, nicht programmierbarer Taschenrechner)                  Steuer- und Regelungstechnik 75 Minuten (25 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel und 50 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln außer programmierbarer Taschenrechner)</p>
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>Voraussetzung für alle weiteren Vorlesungen im Bereich Messtechnik, Sensortechnik, Steuerungs- und Regeltechnik, Luftfahrtsysteme, Raumfahrtsysteme, Technologie Autonomer Systeme in den Studiengängen LRT .</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
<p>Das Modul dauert ein Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Alst Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 3. Studienjahr vorgesehen. Für leistungsstarke Studierende besteht im Rahmen des Intensivstudiums die Möglichkeit, das Modul individuell bereits im Wintertrimester des 2. Studienjahres zu beginnen.</p>

Modulname	Modulnummer
Antriebssysteme	1216

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Niehuis	Pflicht	6

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
120	48	72	4

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12161	VL	Antriebssysteme	Pflicht	2
12162	UE	Antriebssysteme	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>4</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt werden Kenntnisse in "Strömungsmechanik" und "Thermodynamik"

Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sollen die wesentlichen Aspekte der Schuberzeugung in Flugtriebwerken unter Verwendung von Turbomaschinen verstehen und erlernen. Sie erwerben die Kompetenz, einfache Bauweisen von Flugtriebwerken zu bewerten und zu analysieren.</li> <li>Die Studierenden sollen ein vertieftes Verständnis über den Aufbau, die Prozessführung und die aerothermodynamischen Vorgänge in Einstrom-TL-Strahltriebwerken erwerben.</li> <li>Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mit Hilfe der vermittelten Grundlagen den Triebwerksprozess im Detail in den charakteristischen Ebenen des Triebwerkes zu berechnen und einfache Optimierungen vorzunehmen.</li> <li>Die Studierenden erhalten einen fundierten Überblick zur Theorie der Turbomaschinen, die für effiziente Antriebssysteme von größter Wichtigkeit ist, sowie deren Funktionsprinzipien. Sie können hiermit einfache Berechnungen von Verdichtern und Turbinen vornehmen und diese Komponenten bewerten und vordimensionieren. Das erworbene Wissen ist direkt anwendbar auf sonstige Anwendungsgebiete von Turbomaschinen.</li> <li>Die Studierenden sollen die wesentlichen Komponenten von Flugtriebwerken kennenlernen und jeweils deren Funktionsprinzip, Bauweise und Konstruktionsprinzipien verstehen.</li> </ul>

Inhalt
<p>Die Studierenden erwerben im Modul "Antriebssysteme" das Grundwissen über Antriebssysteme von Luftfahrzeugen unter Verwendung von Turbomaschinen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erhalten eine Einführung in den Aufbau, die Funktionsweise, die verschiedenen Bauarten und Einsatzbereiche von Luftfahrtantrieben.</li> <li>• Nach Vermittlung der aerothermodynamischen Grundlagen, der Herleitung der allgemeinen Schubgleichung sowie wichtiger Definitionen für Leistungen und Wirkungsgrade lernen die Studenten den idealen und realen Prozess von Einstrom-TL-Triebwerken im Detail kennen. Mit dem erworbenen Wissen und den hergeleiteten Grundgleichungen können wichtige Triebwerksparameter und die Zustandsänderungen in den Triebwerkskomponenten berechnet sowie die Haupttriebwerksparameter zu Auslegungsaspekten optimiert werden.</li> <li>• In ausführlicher Form lernen die Studenten die strömungstechnischen Grundlagen der Turbomaschinen kennen. Die Strömungsvorgänge an den Schaufeln werden u.a. anhand von Geschwindigkeitsdreiecken vermittelt und die Anordnung von Schaufeln im Gitter sowie das Zusammensetzen von Gittern zu Stufen dargestellt. Abgerundet wird dies mit der Definition von wichtigen Kenngrößen, mit denen die Turbomaschinen charakterisiert, bewertet und verglichen werden können und das Betriebsverhalten beschrieben werden kann. Dieses erworbene Grundwissen ist nicht rein spezifisch für Luftfahrtantriebe, sondern deckt das vielfältige Gebiet des allgemeinen Strömungsmaschinenbaus ab.</li> <li>• Das Modul schließt mit einer Übersicht der wesentlichen Triebwerkskomponenten wie Einlauf, Fan und Verdichter, Brennkammer, Turbine und Schubdüse. Die Studenten lernen dabei die Funktionsweise der Komponenten kennen sowie typische Bauweisen und Konstruktionsdetails anhand von exemplarischen Beispielen.</li> </ul>
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bräunling W.: Flugzeugtriebwerke. Springer Verlag, 2004.</li> <li>• Hagen H.: Fluggasturbinen und ihre Leistungen. Karlsruhe: Verlag G. Braun, 1982.</li> <li>• Hünecke K.: Flugtriebwerke. Stuttgart: Verlag Motorbuch, 1978.</li> <li>• Müller K.J.: Thermische Strömungsmaschinen. Wien: Verlag Springer, 1978.</li> <li>• Rolls-Royce, The Jet Engine. Derby: RR-Publication, 1986 (engl.).</li> </ul>
Leistungsnachweis
<p>Schriftliche Prüfung 75 Minuten  Zugelassene Hilfsmittel: Geodreieck, nicht-programmierbarer Taschenrechner und Formelsammlung (wird durch das Institut gestellt)  Nicht zugelassene Hilfsmittel: Vorlesungsunterlagen sowie Taschenrechner, die alphanumerisch sind (d.h. Textzeichen im Display darstellen können), in einer höheren</p>

Programmiersprache programmierbar sind und die Möglichkeit zur Abspeicherung und Darstellung von Formeln und Diagrammen bieten.
<b>Verwendbarkeit</b>
Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet Flugantriebe und Turbomaschinen
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 3. Studienjahr vorgesehen. Für leistungsstarke Studierende besteht im Rahmen des Intensivstudiums die Möglichkeit, das Modul individuell bereits im Frühjahrstrimester des 2. Studienjahres zu beginnen.

Modulname	Modulnummer
Raumfahrtsysteme	1217

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Roger Förstner	Pflicht	6

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
120	48	72	4

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12171	VL	Raumfahrtsysteme	Pflicht	2
12172	UE	Raumfahrtsysteme	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>4</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Vorausgesetzt werden allgemeine ingenieurwissenschaftliche Grundlagen (Höhere Mathematik, Experimentalphysik, Technische Mechanik, Strömungsmechanik, Thermodynamik, Grundlagen der Elektrotechnik, Werkstoffkunde).

#### Qualifikationsziele

- Die Studierenden können die Bedeutung der Raumfahrttechnik mit ihren Nutzungsmöglichkeiten zeitgemäß einordnen
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit die Leistung einer mehrstufigen Trägerrakete zu bestimmen
- Die Studierenden können die verschiedenen Flugbahnen von Raumflugkörpern bestimmen
- Die Studierenden können den Zusammenhang zwischen Bahnänderungsmanövern und dem notwendigen Antriebsvermögen von Raketen herstellen
- Die Studierenden sind fähig die Leistungsfähigkeit von Raketentriebwerken rechnerisch zu erfassen und das Gesamtsystem "Rakete" zu verstehen
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit die Belastungen eines Raumfahrzeuges während des atmosphärischen Wiedereintritts abzuschätzen und zu bewerten

#### Inhalt

Die Studierenden erwerben im Modul "Raumfahrtsysteme" das Grundwissen über Raketentechnik, Bahnmechanik und Antriebstechnik. Desweiteren lernen sie Systemaspekte von Trägerraketen kennen, sowie die Behandlung der auftretenden

<p>Problematiken beim Wiedereintritt von Raumfahrzeugen in die Erdatmosphäre. Sie erwerben außerdem ein grundlegendes Verständnis über die Koppelung von Nutzungsmöglichkeiten der Raumfahrt mit den rein raumfahrttechnischen Aspekten. Die Gliederung der Vorlesung ist dabei wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung der Raumfahrt</li> <li>• Kommerzielle Aspekte der Raumfahrttechnik</li> <li>• Nutzungsmöglichkeiten der Raumfahrttechnik</li> <li>• Die Raketengleichung und mehrstufige Raketen</li> <li>• Raketenantriebstechnik und Trägerraketensystemtechnik</li> <li>• Keplersche Gesetze, Bahnmechanik und Bahntypen</li> <li>• Flugbahn und Bahnübergänge</li> <li>• Atmosphärische Wiedereintritt von Raumfahrzeugen</li> </ul>
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messerschmid E., Fasoulas S.: Raumfahrtsysteme, Springer Verlag, Berlin, 2009</li> <li>• Ley W., Wittmann K., Hallmann W.: Handbuch der Raumfahrttechnik, Hanser Verlag, München, 3. Auflage 2008</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
<p>Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil ohne Hilfsmittel außer einer vom Institut vorgegebenen Formelsammlung und einem Taschenrechner)</p>
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 3. Studienjahr vorgesehen. Für leistungsstarke Studierende besteht im Rahmen des Intensivstudiums die Möglichkeit, das Modul individuell bereits im Frühjahrstrimester des 2. Studienjahres zu beginnen.</p>

Modulname	Modulnummer
Leichtbau	1219

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp	Pflicht	5

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	60	90	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12191	VL	Leichtbau	Pflicht	3
12192	UE	Leichtbau	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>5</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse in Höherer Mathematik, Technischer Mechanik (Statik und Festigkeitslehre), Werkstoffkunde

#### Qualifikationsziele

1. Die Studierenden können die Bedeutung des Leichtbaus bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Zweck, Sparpotential und Ökonomie zeitgemäß einordnen.
2. Die Studierenden wissen zwischen Stoff- und Formleichtbau zu unterscheiden und erkennen die Notwendigkeit zur Kombination beider Leichtbauprinzipien.
3. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mit Hilfe der vermittelten Grundlagen die Beanspruchung von Balkenstrukturen mit dünnwandigen Querschnitten zu berechnen, diese zu bewerten und erforderliche Veränderungen in der Auslegung vorzunehmen.
4. Die Studierenden erhalten einen Überblick über Berechnungsmethoden zur Ermittlung der Verformung von Balkenstrukturen. Sie sind in der Lage, nach Analyse und Einordnung der Problemstellung eine geeignete Lösungsmethode zu wählen und diese sicher anzuwenden.
5. Die Studierenden können Leichtbaustrukturen hinsichtlich Festigkeit und Steifigkeit auslegen. Sie sind in der Lage, Ergebnisse aufwendiger numerischer Berechnungsverfahren wie der FEM sicher zu beurteilen.

#### Inhalt

Im Modul Leichtbau werden schwerpunktmäßig analytische Methoden zur rechnerischen Beurteilung dünnwandiger Strukturen hinsichtlich Festigkeit und Steifigkeit vermittelt.

- Grundsätzliches zum Leichtbau: Stoffleichtbau, Formleichtbau, Leichtbaukennwerte

- Wiederholung der Grundlagen aus Statik und Festigkeitslehre, Grundgleichungen der Technischen Mechanik: Gleichgewicht, Geometriebeziehungen, Werkstoffgesetz
- Beanspruchung des dünnwandigen Balkens: Verformungsansätze, Spannungen infolge Normalkraft-, Biege und Temperaturbeanspruchung, Spannungen infolge Querkraft, Schubmittelpunkt, Spannungen infolge Torsionsbeanspruchung (St. Venantsche Torsion, Wölbkrafttorsion)
- Verformung dünnwandiger Balken: Lösung der Differentialgleichungen, Übertragungsmatrizen, Verformungsgrößen- (Methode der Finiten Elemente) und Kraftgrößenverfahren
- Schubfeldträger: Rechteck-, Parallelogramm- und Trapezfelder, Schubwandträger, allgemeine Schubfeldträger

#### Literatur

- Kossira H.: Grundlagen des Leichtbaus. Einführung in die Theorie dünnwandiger stabförmiger Tragwerke. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 1996.
- Wiedemann J.: Leichtbau Band 1 Elemente. Berlin: Springer Verlag, 1986.
- Dieker S., Reimerdes H.-G.: Elementare Festigkeitslehre im Leichtbau. Donat Verlag, 1992.
- Klein B.: Leichtbaukonstruktion. Berechnungsgrundlagen und Gestaltung. Braunschweig: Viewegs Fachbücher d. Technik, 1997.
- Niu M.C.Y.: Airframe Stress Analysis and Sizing. Hong Kong: Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1999.

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln).

#### Verwendbarkeit

Das Modul Leichtbau liefert das notwendige Basiswissen für Konstruktion, Dimensionierung und Nachweis von Leichtbaustrukturen der Luft- und Raumfahrt und des Maschinenbaus.

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Wintertrimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik</b>	1220

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Axel Schulte Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz	Pflicht	6

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
240	96	144	8

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12201	VL	Luftfahrttechnik	Pflicht	2
12202	UE	Luftfahrttechnik	Pflicht	2
12203	VL	Flugmechanik	Pflicht	2
12204	UE	Flugmechanik	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>8</b>

**Empfohlene Voraussetzungen**

Abiturkenntnisse Mathematik, Experimentalphysik, Kenntnisse in Technischer Mechanik (Statik, Kinematik, Kinetik), Strömungsmechanik, Aerodynamik.

**Qualifikationsziele****Lehrveranstaltung Luftfahrttechnik**

1. Der/die Studierende kennt die Beteiligten am System Luftfahrt und deren jeweilige Interessen.
2. Der/die Studierende kennt die wesentlichen geschichtlichen Eckdaten der Luftfahrttechnik und kann den Einfluss wesentlicher technischer Entwicklungen darstellen.
3. Der/die Studierende kennt den Aufbau der Atmosphäre sowie die Formeln zur Berechnung damit verbundener physikalischer Größen und versteht die damit zusammenhängenden Grundprinzipien der statischen und dynamischen Auftriebserzeugung.
4. Der/die Studierende kennt die wesentlichen Baugruppen und Subsysteme eines Luftfahrzeuges in Bezug auf ihre Aufgaben und gegenseitige Beeinflussung.
5. Der/die Studierende kennt den Unterschied der verschiedenen Strukturbaueisen.
6. Der/die Studierende kennt die einzelnen Massenanteile eines Luftfahrzeugs.
7. Der/die Studierende kennt die geometrischen Flügelparameter und kann deren Einfluss auf das Auftriebs- und Widerstandsverhalten darstellen.
8. Der/die Studierende kennt die physikalischen Ursachen der einzelnen Widerstandsanteile sowie deren Abhängigkeit von Staudruck und Machzahl und kann den Gesamtwiderstand und einzelne Widerstandsanteile mit einfachen Ansätzen berechnen.

9. Der/die Studierende kennt den Einfluss der Flügelgeometrie auf die Auftriebspolare incl. der möglichen Ablöseformen und in der Lage, eine allgemeine unsymmetrische Polare zu erstellen.
10. Der/die Studierende kennt die Möglichkeiten zur Widerstandsreduktion und kennt Beispiele und Wirkung von mechanischen Hochauftriebssystemen sowie Abschätzungsverfahren zur Berechnung des Einflusses von mechanischen Hochauftriebssystemen. Der/die Studierende kennt Beispiele und Prinzipien triebwerksgestützter Hochauftriebssysteme.
11. Der/die Studierende kennt die Funktionsweise, Schubcharakteristik sowie Vor- und Nachteile der verschiedenen Triebwerkstypen und den sich jeweils daraus ergebenden Einsatzbereich.

### Lehrveranstaltung Flugmechanik

1. Der/die Studierende versteht die Aufgaben der Flugmechanik und kann das Wissensgebiet in den Kontext der luftfahrttechnischen Disziplinen einordnen.
2. Der/die Studierende kennt die wesentlichen physikalischen Einflussgrößen und Phänomene des aerodynamisch getragenen Flugs der Flächenflugzeuge im Sinne einer flugmechanischen Systembetrachtungsweise
3. Der/die Studierende kennt die wichtigsten Wechselwirkungen zwischen den Umgebungsbedingungen, den Flugbedingungen und den äußeren Kräften sowie die Beziehungen der wirkenden Kräfte untereinander und kann diese in flugmechanischer Nomenklatur ausdrücken.
4. Der/die Studierende kann die grundlegenden Flugleistungsberechnungen für die wichtigsten stationären Flugzustände durchführen.
5. Der/die Studierende hat gelernt, die bedeutsamsten Punktleistungen des Flugzeugs zu berechnen.
6. Der/die Studierende weiß über die Ursachen für die Flugbereichsgrenzen Bescheid
7. Der/die Studierende kann die wesentlichen Informationen in Flugbereichsdiagrammen analysieren.
8. Der/die Studierende kann das grundlegende Methodeninventar im Hinblick auf weiterführende Fragestellungen der Flugmechanik, wie z.B.
  - der Flugdynamik und der Flugregelung oder
  - des Flugmanagements und der Flugführung einordnen. Sie können auf Basis dieser Kenntnisse einfache Berechnungen durchführen.

### Inhalt

#### Lehrveranstaltung Luftfahrttechnik

Die Lehrinhalte der Lehrveranstaltung "Luftfahrttechnik" vermitteln ein Grundverständnis über die Hintergründe der Konfigurationsmerkmale von Fluggeräten sowie deren Auswirkungen auf die Einsatzfähigkeit und den Betrieb des von Luftfahrzeugen. Der Schwerpunkt hierbei liegt auf der Betrachtung von Flächenflugzeugen.

Am Beginn der Lehrveranstaltung wird der Luftverkehr zunächst aus Sicht aller am Prozess Beteiligten betrachtet, sowie deren Interessen und Einflüsse herausgearbeitet. In diesem Rahmen werden ebenfalls der Begriff der Lufttüchtigkeit sowie die gesetzlichen Grundlagen des Luftverkehrs betrachtet.

Im zweiten Teil wird das Fluggerät selbst behandelt. Zunächst werden die physikalischen Grundprinzipien der Auftriebserzeugung vorgestellt. Hierbei ergeben sich Möglichkeiten zur Klassifizierung sowie Größenabhängigkeiten. Im Anschluss daran wird ein Überblick

über die Meilensteine der historischen Entwicklung der Luftfahrzeuge und deren Zusammenhang mit dem jeweiligen Technologiestand gegeben. Nachfolgend werden die einzelnen Baugruppen und Systeme eines Flugzeugs behandelt. Hierbei wird auf die Hauptaufgaben und Konfigurationsmöglichkeiten von Tragwerk, Rumpf, Fahrwerk, Leitwerk, primärer und sekundären Flugsteuerung sowie der Antriebsanlage eingegangen.

Der dritte Teil der Lehrveranstaltung befasst sich mit der Entstehung und Abschätzung der am Flugzeug angreifenden Kräfte, sowie deren Einfluss auf die Konfiguration. Hierbei werden zunächst die Gewichtsanteile betrachtet, welche in erster Linie einen Einfluss auf die mögliche Nutzlast sowie die erreichbare Reichweite haben. Anschließend werden die Entstehung von Auftrieb und Widerstand in den einzelnen Geschwindigkeitsbereichen erläutert sowie Abschätzungsmethoden dargelegt.

Abschließend erfolgt ein Vergleich von Luftfahrzeugen mit land- und wassergestützten Transportmitteln. Hierbei werden insbesondere die Abhängigkeit der benötigten Antriebsleistung von der Geschwindigkeit sowie der daraus resultierende Einfluss auf die Transportleistung und die Transporteffizienz betrachtet.

### **Lehrveranstaltung Flugmechanik**

Die Studierenden erwerben in der Vorlesung/Übung "Flugmechanik" das luftfahrttechnische Grundwissen zur Beurteilung und Berechnung von Flugleistungen eines aerodynamisch getragenen, konventionellen Flächenflugzeugs. Hierzu zählen im Einzelnen die folgenden Inhalte:

- Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Ziele und Aufgaben der Flugmechanik, die Einordnung des Fachgebiets in die Disziplinen der Luftfahrttechnik und die Bedeutung der Flugmechanik in den Wirkungsschleifen der Flugführung.
- Die Studierenden werden vertraut gemacht mit der flugmechanischen Formulierung und Nomenklatur der grundlegenden Modellvorstellungen
  - o der Umgebung, in der sich das Flugzeug bewegt (z.B. Atmosphäre),
  - o der am Flugzeug angreifenden aerodynamischen Kräfte, deren Zustandekommen und deren Zusammenhänge (z.B. Flugzeugpolare) und
  - o der Antriebskraft und deren Abhängigkeit vom Flugzustand für die wichtigsten idealisierten Antriebsarten.
- Die Studierenden lernen die Grundgleichungen für die wichtigsten Bezugsflugzustände (z.B. Gleitflug, horizontaler Geradeausflug, Steigflug, horizontaler Kurvenflug) im Hinblick auf die Beurteilung der Punkteleistungen des Flugzeugs kennen. Dabei werden die Studierenden in verschiedene analytische Berechnungsmethoden der Flugleistungsrechnung eingeführt, wie z.B.:
  - o Bestimmung der Optimalgeschwindigkeit,
  - o Berechnung des besten Gleitens,
  - o Ermittlung von minimaler und maximaler Fluggeschwindigkeit,
  - o Berechnung des Triebwerksleistungsbedarfs für verschiedene Flugzustände,
  - o Bestimmung der maximalen Flughöhe,
  - o Ermittlung der Steigleistungen (schnellstes bzw. steilstes Steigen),
  - o Begrenzungen des Kurvenflugvermögens (Lastfaktor, maximaler Auftrieb, Triebwerksleistung),

<ul style="list-style-type: none"> <li>o Bestimmung des minimalen Kurvenradius und der minimalen Kursänderungszeit.</li> <li>• Ausgehend von der Diskussion der Punkteleistungen werden die Studierenden mit dem Begriff des Flugbereichs und der Interpretation des Höhen-Machzahl-Diagramms vertraut gemacht. Die Studierenden lernen die zugrunde liegenden Prinzipien, die Flugbereichsgrenzen qualitativ zu definieren.</li> <li>• Die Studierenden erhalten eine Einführung in ein ausgewähltes, weiterführendes Wissensgebiet der Flugmechanik. In diesem Zusammenhang erwerben die Studierenden Kenntnisse             <ul style="list-style-type: none"> <li>- zu Fragestellungen der statischen Stabilität und Steuerbarkeit des Flugzeugs. Hierzu wird der Begriff des aerodynamischen Moments, insbesondere Des Nichmoments und dessen Zustandekommen (Beitrag des Höhenleitwerks) eingeführt; oder</li> <li>- zu flugleistungsbetrachtungen für Flugabschnitte, wie z.B. Start, Landung, Streckenflug, Beschleunigungsflug, Steigflug.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Götsch E.: Luftfahrzeugtechnik. 3. Auflage. Motorbuchverlag, 2003.</li> <li>• Hörner S.F.: Fluid-Dynamic Drag. Hoerner Fluid Dynamics, 1965.</li> <li>• Hünecke K: Modern Combat Aircraft Design. Naval Institute Press, 1987.</li> <li>• Hünecke K: Die Technik des modernen Verkehrsflugzeugs. 2008.</li> <li>• Müller F.: Flugzeugentwurf.1.Auflage. Verlag Dieter Thomas, 2003.</li> <li>• Tennekes H.: The Simple Science of Flight: From Insects to Jumbo Jets. 1997.</li> <li>• Brüning G., Hafer X., Sachs G.: Flugleistungen - Grundlagen, Flugzustände, Flugabschnitte. Aufgaben und Lösungen. Springer-Verlag -Hochschultext, 1986. 2. Auflage.</li> <li>• DIN 9300: Luft- und Raumfahrt. Begriffe, Größen und Formelzeichen der Flugmechanik.</li> <li>• DIN ISO 2533: Normatmosphäre</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung: 150 Minuten
<b>Verwendbarkeit</b>
Die Inhalte des Moduls liefern das interdisziplinäre Grundwissen zur Analyse und Bewertung eines Flugzeugs. Sie ermöglichen das Verständnis des Zusammenwirkens und der gegenseitigen Beeinflussung der einzelnen Fachdisziplinen und beantworten die Frage "warum ein Flugzeug (aufgrund der an es gestellten Anforderungen) so aussieht, wie es aussieht". Das Modul liefert das notwendige Basiswissen für Module im Studiengang Master of Science (M.Sc.) Luft- und Raumfahrttechnik insbesondere für Schwerpunkte im Bereich "Flugführungssysteme" und "Luftfahrtsysteme"
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester.Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester.Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 2. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Studienarbeit	1221

Konto	Pflichtmodule - LRT 2017
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
	Pflicht	0

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
270		270	9

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12211	SP	Studienarbeit	Pflicht	
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				0

#### Empfohlene Voraussetzungen

Alle Grundlagen- und Fachmodule des Bachelor Studienganges Luft- und Raumfahrttechnik, die für die Bearbeitung der jeweiligen Problemstellung erforderlich sind.

#### Qualifikationsziele

Der/die Studierende ist in der Lage, eine eng abgegrenzte Problemstellung aus einem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik unter Anleitung zu analysieren und zu bearbeiten. Er/sie kann den Sachverhalt klar darstellen und einen Lösungsweg aufzeigen.

#### Inhalt

Selbstständiges Bearbeiten einer eng abgegrenzten Problemstellung aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Die Arbeit kann theoretischer, experimenteller oder konstruktiver Natur sein; sie umfasst neben der eigentlichen Bearbeitung der Themenstellung auch eine schriftliche Ausarbeitung. Die Studienarbeit kann auch in kleinen Gruppen mit maximal drei Mitgliedern bearbeitet werden.

#### Leistungsnachweis

Es werden sowohl die Vorgehensweise während der Bearbeitung wie auch die schriftliche Ausarbeitung der Arbeit mit einem Notenschein bewertet. Wird die Arbeit als Gruppenarbeit angefertigt, so muss der individuelle Anteil der einzelnen Bearbeiter/ Bearbeiterinnen erkennbar sein.

#### Verwendbarkeit

Das Modul Studienarbeit ist erforderlich für den Abschluss des Bachelor-Studienganges Luft- und Raumfahrttechnik. Der Abschluss Studienarbeit ist Voraussetzung für den Beginn der Bachelorarbeit.

### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 5 Monate.

Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.

Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 3. Studienjahr vorgesehen.

Für leistungsstarke Studierende besteht die Möglichkeit, das Modul bereits in der vorlesungsfreien Zeit des 1. Studienjahres zu beginnen.

Modulname	Modulnummer
<b>Einführung in die Anwendung der Methode der finiten Elemente</b>	1222

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr.-Ing. Helmut Rapp	Wahlpflicht	7

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	48	42	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12221	VL	Einführung in die Anwendung der Methode der finiten Elemente	Pflicht	2
12222	UE	Einführung in die Anwendung der Methode der finiten Elemente	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				4

Empfohlene Voraussetzungen
Kenntnisse in Technischer Mechanik (Statik und Dynamik) und Leichtbau

Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Studierende besitzt grundlegende Kenntnisse über die Methoden der finiten Elemente. Er ist mit den Begriffen Verformungsgrößenmethode, Elementsteifigkeitsmatrizen, Elementgleichung und Gesamtgleichung vertraut und weiß, wie diese Gleichungen aufgebaut werden.</li> <li>• Er kann für reale Aufgabenstellungen unter Berücksichtigung der gewünschten Ergebnissen und verfügbarer Ressourcen ein Finite-Element-Modell unter Verwendung geeigneter Elementen erstellen, eine Lösung herbeiführen und die Ergebnisse interpretieren.</li> <li>• Er hat erste Erfahrungen mit einem kommerziell verfügbaren FEM-Programmsystem (Pre- und Postprozessor sowie Analyseprogramm) gewonnen.</li> </ul>

Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wesentliche Grundlagen der Methode der finiten Elemente (Verschiebungsansätze, Aufbau der Gesamtgleichung, Lösung der Gleichungen, Spannungsberechnung)</li> <li>• Übersicht über die für eine Strukturberechnung zur Verfügung stehenden Elemente</li> <li>• Modellbildungsprozess (Geometrieaufbereitung, Finitisierung, Elementeigenschaften, Randbedingungen und Lasten)</li> <li>• Modellverifikation (Fehlerarten, Standardtests, Konvergenz)</li> <li>• Gleichungslöser (Lineare Statik, Lineare Dynamik, Nichtlineare Analysen)</li> <li>• Post-Processing</li> <li>• Fortgeschrittene Analysetechniken</li> </ul>

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adams V., Askenazi A.: Building Better Products with Finite Element Analysis. Santa Fe: OnWord Press, 1999.</li> <li>• Bathe K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. Berlin: Springer, 2001.</li> <li>• Cook R. D.: Finite Element Modeling for Stress Analysis. New York: Wiley, 1995.</li> <li>• Liu G.R., Quek S.S.: The Finite Element Method - A practical Course. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2003.</li> <li>• Zienkiewicz O.C.: The Finite Element Method. London: McCraw-Hill, 1977. 3rd ed.</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder Notenschein
<b>Verwendbarkeit</b>
Anwendung des erlangten Wissens in allen Studienschwerpunkten
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 3. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Einführung in die Hubschraubertechnik	1223

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Stütz	Wahlpflicht	7

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	36	54	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12231	VL	Einführung in die Hubschraubertechnik	Pflicht	2
12232	UE	Einführung in die Hubschraubertechnik	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>3</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Grundlagen der Aerodynamik, Grundlagen der Flugmechanik, Luftfahrtsysteme

Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der/die Studierende kennt die historisch chronologische Entwicklung der Senkrechtstarter sowie die technischen Grundprobleme und deren Lösungen.</li> <li>• Der/die Studierende kennt die technischen Konzepte von Senkrechtstartern und die Besonderheiten von Drehflüglern im Vergleich zu Flächenflugzeugen.</li> <li>• Der/die Studierende kennt die normalen Flugzustände und spezifische Sonderflugzustände von Hubschraubern sowie deren technisch/physikalischen Besonderheiten.</li> <li>• Der/die Studierende kennt die konzeptbedingten Flugleistungen eines Hubschraubers sowie den Einfluss dimensionierender Größen auf die Flugleistungen.</li> <li>• Der/die Studierende kennt die Hauptkomponenten eines Hubschraubers sowie deren Leistungsfähigkeit und Signifikanz in Bezug auf die Flugleistungen des Hubschraubers.</li> <li>• Der/die Studierende kennt die besonderen Probleme der Vibrationen am Hubschrauber und die verschiedenen Möglichkeiten der Schwingungsdämpfung/Schwingungsisolation.</li> <li>• Der/die Studierende kennt mögliche Komponenten der Hubschrauberausrüstung. Dies beinhaltet sowohl die Basisavionik als auch die spezielle Missionsausrüstung.</li> <li>• Der/die Studierende kennt die spezifischen Vor- und Nachteile verschiedener Bauformen und konstruktiver Konzepte der Hauptkomponenten im Hubschrauber.</li> <li>• Der/die Studierende kennt die dimensionierenden Größen eines Hubschrauberrotors sowie die physikalischen Zusammenhänge, die der Erzeugung des Rotorschubes zugrunde liegen.</li> </ul>

- Der/die Studierende kennt neben dem Rotor auch die dimensionierenden Einflüsse anderer Hubschrauberkomponenten, wie Antriebssystem, Rumpf und Landewerk. Er/Sie kann diese für einen rudimentären Vorentwurf gemäß des erlernten Entwurfsprozesses heranziehen.
- Der/die Studierende kann alternative Vor-/Antriebskonzepte im Vergleich mit konventionellen Konfigurationen in Bezug auf Leitungsfähigkeit und Effektivität bewerten.
- Der/die Studierende kann den Leistungs- und Treibstoffbedarf eines vorgegebenen Rotor-/Hubschrauberkonzeptes in den signifikanten Flugbedingungen eines Flugmissionsprofils abschätzen.
- Der/die Studierende kann die Reichweite und maximale Verweildauer einer Konfiguration, sowie den jeweils optimalen Betriebspunkt incl. dessen Leistungs- und Treibstoffbedarfes bestimmen und daraus ein Nutzlast-Reichweitendiagramm erstellen.
- Der/die Studierende kann konzeptgebundene Flugleistungen, Betriebskosten und Transportproduktivität in ihrer Größenordnung bewerten.
- Der/die Studierende kennt die grundlegende Struktur von öffentlichen und privatwirtschaftlichen und militärischen Entwicklungsprogrammen, sowie deren spezifischen Herausforderungen.
- Der/die Studierende kennt den weltweiten Markt/Erwartungen bei Senkrechtstartern, sowie deren in Fachkreisen prognostizierte technisch/wirtschaftliche Weiterentwicklung.

#### Inhalt

Das Modul "Einführung in die Hubschraubertechnik" liefert einen technischen Überblick zur Funktionsweise und Konzeption von Senkrechtstartern mit dem Schwerpunkt auf Hubschraubern. Die funktionalen Hauptkomponenten des Hubschraubers werden analysiert und bezüglich ihrer Entwurfssensitivität auf Basis empirischer Erfahrungen eingeordnet.

- Am Anfang wird die historische Entwicklung von Senkrechtstartern vor dem Hintergrund paralleler physikalischer, technischer Errungenschaften, aber auch operationeller Bedürfnisse dargestellt. Daran anschließend wird ein Spektrum von Konzeptionen bezüglich der spezifischen Eigenschaften und Leistungsfähigkeit auf der Basis stochastischer und empirischer Erfahrungswerte diskutiert. Der Hubschrauber als weit verbreitete konventionelle Bauform wird in besonderer Weise analysiert.
- Die physikalisch-mathematischen Zusammenhänge für den Schwebeflug und Translationsflug von Drehflüglern werden hergeleitet. Dies stellt die Grundlage für eine Entwurfsabschätzung der Flugleistungen auf Basis überschaubarer Zusammenhänge dar. Diese Fähigkeit wird in einer entsprechenden Übung vertieft. Daran anknüpfend werden Nutzlast, Reichweite, Flugdauer und spezifischer Verbrauch für den Hubschrauber berechnet und bezüglich ihrer operationellen Einflüsse bewertet.
- Es werden Hubschrauberbeispielmissionen gerechnet und abhängig von den jeweils installierten Eigenschaften bezüglich ihrer physikalischen Limitierungen diskutiert. Der Einfluss von Bau- und Betriebsvorschriften, speziell in Bezug auf die Flugsicherheit und Ausfallszenarien auf die Flugleistungen und Nutzlast eines Hubschraubers wird abgeschätzt und an Beispielen verifiziert. Die Entstehung und Umsetzung allgemeiner Entwurfsdiagramme wird demonstriert und diskutiert. Die

<p>Nutzung empirischer Erfahrungen im Entwurf wird beispielhaft vorgeführt und mit gängigen Quellen und professionellen Erfahrungen belegt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In einem Exkurs wird die Bestimmung der direkten und indirekten Betriebskosten eines Hubschraubers vorgeführt und in Bezug auf vergleichbare Luftfahrzeuge analysiert. Die Verknüpfung von Kosten und empirischen Entwurfsgrößen ermöglicht eine übergreifende Abschätzung der Leistungs- und Produktivitätseigenschaften von Senkrechtstartern über die operationelle Erfahrung hinaus.</li> <li>• Die chronologische Durchführung von kommerziellen und öffentlichen Senkrechtstarterprogrammen unter durchführungs- und baurechtlichen Rahmenbedingungen wird analysiert und bezüglich der erfahrungsgemäßen Probleme diskutiert. Dabei wird auch auf die sich intensivierenden kommerziellen Risiken vor dem Hintergrund einer europäischen und globalen Bürokratisierung der Zulassungsaktivitäten mit eingeschlossen.</li> <li>• Am Ende der Vorlesung werden Marktentwicklung, weitere kommerzielle Aussichten und zukünftige Entwicklungs- und Konzeptionstendenzen auf der Basis der Fachliteratur resümiert und für die Zukunft abgeschätzt.</li> <li>• Im Rahmen der Lehrveranstaltung wird in der Regel eine Exkursion zu einem mit der Hubschraubertechnik befassten Industrieunternehmen durchgeführt.</li> </ul>
<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerstorf von K., Knobling K.: Hubschrauber und Tragschrauber: Entwicklungsgeschichte der deutschen Luftfahrt. 3. erweiterte Auflage. Bonn: Bernard&amp;Graefe Verlag, 1999.</li> <li>• Gessow A., Myers G.C.: Aerodynamics of the Helicopter. Washington, 1985.</li> <li>• Johnson W.: Helicopter Theory. Revised Edition. New York: Dover Publications Inc., 1994.</li> <li>• Prouty R.W.: Helicopter Aerodynamics. Peoria: PJS Publications, 1985.</li> </ul>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p> <p>Schriftliche Prüfung 75 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)</p>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p> <p>Die Inhalte des Moduls liefern die Grundlagen zur Analyse und Vorentwurf von Hubschraubern und anderen Drehflüglern.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p> <p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 3. Studienjahr vorgesehen.</p>

Modulname	Modulnummer
Einführung in die Satellitennavigation	1224

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller	Wahlpflicht	7

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	36	54	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12241	VL	Einführung in die Satellitennavigation	Pflicht	1
12242	UE	Einführung in die Satellitennavigation	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>3</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik

Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über die Weltraumnutzung durch "Satellitennavigation". Sie verstehen das Zusammenwirken der verschiedenen Segmente und die zugrunde liegenden Technologien.</li> <li>• Sie haben praktische Erfahrungen in der Satellitennavigation durch die Inbetriebnahme eines GPS Empfängers und durch die Lösung von Ortungsaufgaben mit realen GPS Daten gemacht.</li> <li>• Sie kennen GPS und GLONASS als "Dual Use" Systeme und sind in der Lage, das Potential der zivilen und militärischen Anwendungen einzuschätzen.</li> <li>• Die Studierenden wissen die Fähigkeiten und Grenzen sowie die wirtschaftliche Bedeutung der Satellitennavigation einzuschätzen.</li> </ul>

Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnung Satellitennavigation in die Luft- und Raumfahrttechnik</li> <li>• Geschichte der Satellitennavigation</li> <li>• Aufbau von Satellitennavigationssystemen (Gesamtsystem, Raumsegment, Kontrollsegment, Nutzersegment)</li> <li>• Signalstruktur (Frequenzen und Bandbreiten, Zugriffsverfahren: CDMA, FDMA, TDMA; Pseudzufallskodes und Trägermodulation, Autokorrelationsfunktion und Spektrale Leistungsdichte, Link Bilanz, Generierung von Messwerten (Pseudostrecke, Trägerphase, Doppler)</li> <li>• Positionsbestimmung</li> <li>• Leistungsparameter (Genauigkeit, Verfügbarkeit, Integrität, Kontinuität)</li> <li>• Zivile und Militärische Anwendungen</li> <li>• Überblick über Entwicklungstand der Systeme (GPS, GLONASS, Galileo, Kompass; Ergänzungssysteme WAAS, EGNOS, MSAS, usw.)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung der Satellitennavigation</li> </ul>
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauer M.: Vermessung und Ortung mit Satelliten. Wichmann Herbert, 2002.</li> <li>• Hofmann-Wellenhof B., Wieser M., Legat K.: Navigation - Principles of Positioning and Guidance. Wien: Springer, 2003. 1. Auflage.</li> <li>• Hofmann-Wellenhof B.: GNSS - Global Navigation Satellite Systems. Wien: Springer-Verlag, 2008.</li> <li>• Misra P., Enge P.: Global Positioning System - Signals, Measurements, and Performance. Lincoln, MA, USA: Ganga-Jamuna Press, 2006. 2nd Edition.</li> <li>• Parkinson B. W.; Spilker J.J. (Hrsg.): Global Positioning System - Theorie and Applications, Volume 1. Progress in Astronautics and Aeronautics, Volume 163. Cambridge, 1996.</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel außer einem nicht-programmierbaren (!) Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
<b>Verwendbarkeit</b>
Erweiterung des Grundwissens für die Gebiete Flugführung, autonome Systeme und Raumfahrttechnik. Grundlage für weiterführende Lehrveranstaltungen im Gebiet der Weltraumnutzung, insbesondere Satellitennavigation. Grundlegendes Verständnis für die GPS-Verwendung in der Bundeswehr.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 3. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Einführung in moderne Simulationstechniken</b>	1225

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Christian J. Kähler	Wahlpflicht	7

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	48	42	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12251	VL	Einführung in moderne Simulationstechniken	Pflicht	1
12252	UE	Einführung in moderne Simulationstechniken	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>4</b>

Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse in Mathematik und den relevanten Teilgebieten der Physik.

Qualifikationsziele

- Die Studierenden kennen wichtige Standardsoftware des CAE.
- Sie haben eine erste praktische Erfahrung mit diesen Systemen gewonnen.
- Sie kennen die Einsatzgebiete und Grenzen von Simulationssoftware.
- Die Studierenden sind in der Lage, die Simulationsergebnisse kritisch zu beurteilen.

Inhalt

Im Modul "Einführung in moderne Simulationstechniken" werden die Studierenden mit modernen Anwendungen des CAE (Computer Aided Engineering) bekannt gemacht. Dazu werden verschiedene Softwarepakete der Ingenieurspraxis in Forschung und Industrie und deren Möglichkeiten zur Simulation von praktischen Aufgabenstellungen vorgestellt. In praktischer Anwendung werden Fertigkeiten erworben, die es dem Studenten ermöglichen in diesen und ähnlichen Programmen produktiv tätig zu werden. Dabei soll auch der Blick geschärft werden für Möglichkeiten und Beschränkungen moderner Simulationsmethoden.

Der Kurs enthält Software aus verschiedenen Bereichen, so z.B.

- Strömungslöser: (Ansys Fluent)
- Finite Elemente (COMSOL)
- Mess- und Regelungstechnik (Labview)
- Gittergenerierung und Optimierung (Hypermesh)
- Computer-Algebra-Systeme: (Mathematica)

Die genannte Software dient als Beispiel und wird, wenn zweckmäßig, aktuellen Anforderungen angepasst.
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwarz H. R.: Methoden der finiten Elemente. Teubner, 1984.</li> <li>• Polifke W., Kopitz J.: Wärmeübertragung. Pearson Studium, 2005.</li> <li>• Incropera F.P., DeWitt D.P., Bergman T.L., Lavine A.S.: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Wiley &amp; Sons; 2006.</li> <li>• Ferziger J. H., Peric M.: Numerische Strömungsmechanik. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2008.</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Notenschein oder schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel)
<b>Verwendbarkeit</b>
Das Modul kann in allen technisch orientierten Bereichen des LRT-Studiums verwendet werden.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 3. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Grundlagen der chemischen Thermodynamik</b>	1226

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Mundt	Wahlpflicht	7

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	36	54	3

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12261	VL	Grundlagen der chemischen Thermodynamik	Pflicht	2
12262	UE	Grundlagen der chemischen Thermodynamik	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>3</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Vorausgesetzt werden Kenntnisse in "Thermodynamik", "Chemie" aus "Werkstoffkunde"
Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die Bedeutung der chemischen Thermodynamik bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Zweck, Prozeßführung und Ökonomie/Ökologie zeitgemäß einordnen.</li> <li>Die Studierenden können einfache chemische Umsetzungen quantitativ bestimmen.</li> <li>Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Energieumsetzungen zu ermitteln, bzw. mittels der Temperaturführung die chemische Zusammensetzung zu beeinflussen.</li> </ul>
Inhalt
<p>Die Studierenden erwerben im Modul Chemische Thermodynamik das Grundwissen zur Berechnung und Anwendung chemischer Prozesse im chemischen Gleichgewicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Bedeutung der chemischen Thermodynamik bei Problemstellungen aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik. Insbesondere Anwendungen zur Verbrennung werden vermittelt.</li> <li>Ausgehend von den Grundgleichungen bzgl. Reaktionslaufzahl, Reaktionsenthalpie und chemisches Gleichgewicht lernen die Studierenden die Grundlagen zur Berechnung insbesondere von <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zustandsgrößen als Funktion chemischer Potentiale,</li> <li>- Mischungen von idealen Gasen,</li> <li>- Massenwirkungsgesetz,</li> <li>- Standardbildungsfunktionen.</li> </ul> </li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Das erworbene Wissen wird durch die Anwendung auf Verbrennungsprozesse erweitert.</li></ul>
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kortüm G., Lachmann H.: Einführung in die chemische Thermodynamik. Verlag Chemie, 1981.</li></ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 60 Minuten (keine Hilfsmittel außer nichtprogrammierer Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (keine Hilfsmittel)
<b>Verwendbarkeit</b>
Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet chemischer Umsetzungen, insbesondere Verbrennungsvorgängen (-> Flugantriebe).
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 3. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Lineare und Nichtlineare Optimierung	1227

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Matthias Gerdts	Wahlpflicht	7

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	36	54	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12271	VL	Lineare und Nichtlineare Optimierung	Pflicht	2
12272	UE	Lineare und Nichtlineare Optimierung	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>3</b>

Empfohlene Voraussetzungen
HM I-III

Qualifikationsziele
Die Studierenden kennen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls die grundlegenden Werkzeuge zur mathematischen Modellierung und numerischen Lösung von Parameteroptimierungsproblemen, die in der Technik häufig vorkommen.

Inhalt
<p>Lineare Optimierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beispiele für lineare Programme: Produktionsprobleme, Mischungsprobleme, Transportprobleme, Zuordnungsprobleme; Lineare Programme: Konvexe Polyeder, Ecken und Minimalpunkte; Basis einer Ecke; Eckenaustausch und Simplexverfahren; entartete Ecken; Bestimmung von Ausgangsecken; Dualität; Algorithmische Durchführung des Simplexverfahrens: Beschreibung des Simplex-Tableaus; Durchführung eines Austauschschrittes; Degeneration; Simplexverfahren bei Gleichungen als Nebenbedingungen, Simplexverfahren mit Variablen ohne Vorzeichenbeschränkung.</li> </ul> <p>Nichtlineare Optimierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beispiel für nichtlineare Programme: Quadratische Optimierung, Approximationsaufgaben, Parameteroptimierung, Entwurfsoptimierung; Nichtlineare Programme: Konvexe Mengen und Funktionen; konvexe Programme; notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen; globale und lokale Kuhn-Tucker-Bedingungen; konvexe Optimierung mit</li> </ul>

<p>affin-linearen Restriktionsfunktionen; Lösungsverfahren: Verfahren der zulässigen Richtungen; Strafkostenverfahren; Suchverfahren; globale Optimierung.</p>
<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerds, M., Lempio, F.: Mathematische Optimierungsverfahren des Operations Research, DeGruyter-Verlag Berlin, 2011.</li> <li>• Marti K., Groeger D.: Einführung in die lineare und nichtlineare Optimierung. Heidelberg: Physica/Springer-Verlag, 2000.</li> </ul>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p>
<p>Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)</p>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p>
<p>Anwendung des erlangten Wissens in allen Studienschwerpunkten!</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 3. Studienjahr vorgesehen.</p>

Modulname	Modulnummer
<b>3D-CAD in der Produktentwicklung</b>	1230

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold	Wahlpflicht	6

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	24	66	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12301	UE	3D-CAD in der Produktentwicklung	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>2</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Kenntnisse, wie sie in der Lehrveranstaltung "Technisches Zeichnen" vermittelt werden.

#### Qualifikationsziele

- Den Studierenden werden im Rahmen der Veranstaltung wesentliche Kenntnisse im Umgang mit einem modernen CAD-Programm am Beispiel von Solid Edge vermittelt.
- Sie erlernen die in der Praxis des Konstrukteurs typische Herangehensweisen und Arbeitstechniken zur selbständigen Durchführung von 3D-Konstruktionsarbeiten.
- Die Lehrveranstaltung stellt einen vertiefenden und anwendungsnahen Überblick über die Grundlagen und Funktionalität der 3D-CAD Modellierung zur Erstellung und Bearbeitung von komplexen Bauteilen und Baugruppen im heutigen Konstruktionsprozess dar.

#### Inhalt

##### Einzelteilmodellierung

- Erzeugen von Skizzen für Einzelteile,
- Parametrisches Konstruieren und Bearbeiten von Volumenkörpern,
- Spezielle Funktionen (Muster, etc.) und Features (Abrundung, Fase, etc.).

##### Baugruppenmodellierung

- Zusammenfügen und Platzierung von Einzelteilen,
- Normteillbibliotheken (Standard Parts),
- Bewegungsanalyse.

##### Zeichnungsableitung und -Detaillierung

- 2D-Zeichnungsansichten mit dem Zeichnungsassistent,
- Detaillierung von Zeichnungen (Schnitte, Bemaßung, Toleranzinformationen, etc.),
- Stücklistenaufbereitung.

<p>Layout gestützte Baugruppenmodellierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Layout Erstellung "Skeletterstellung",</li> <li>• Anwendung der InterPart - Assoziativität,</li> <li>• Nutzung von Entwurfsvariablen zur Steuerung von Modellen.</li> </ul> <p>Modellierung von Blechteilen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basisformelemente (Laschen, Lappen, etc.),</li> <li>• Blechprofilbearbeitung.</li> </ul>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p>
<p>Schriftliche Prüfung mit 60 Minuten Dauer am PC (Modellierungsaufgabe)</p>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p>
<p>Das Modul 3D CAD in der Produktentwicklung stellt die Grundlagen für eine strukturierte und anwendungsnahe Herangehensweise im Umgang mit 3D-CAD Systemen zur Modellierung von komplexen Bauteilen und Baugruppen im heutigen Konstruktionsprozess zur Verfügung.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p>
<p>Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Frühjahrstrimester. Als Startzeitpunkt ist das Frühjahrstrimester im 2. Studienjahr vorgesehen. Für leistungstarke Studierende besteht im Rahmen des Intensivstudiums die Möglichkeit, das Modul individuell bereits im Frühjahrstrimester des 1. Studienjahr zu beginnen.</p>

Modulname	Modulnummer
Einführung in die Fernerkundung	1368

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
	Wahlpflicht	0

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	36	54	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
13681	VL	Einführung in die Fernerkundung	Pflicht	2
13682	UE	Einführung in die Fernerkundung	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>3</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Mathematik, Physik
Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse in der Fernerkundung aus dem Weltraum</li> <li>• Sie haben praktische Kenntnisse in der Fernerkundung durch Analyse von Bildmaterial luft- und raumgestützten Sensoren</li> <li>• Die Studierenden wissen über die Fähigkeiten, den Einsatz und die Grenzen der raumgestützten Fernerkundung Bescheid</li> </ul>
Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnung der Fernerkundung mit aktiven und passiven Sensoren in die Luft- und Raumfahrttechnik</li> <li>• Einführung in die verschiedenen Spektralbereiche (Optik, IR, Mikrowelle)</li> <li>• Strahlungsverhalten der Materie in den einzelnen Spektralbereichen</li> <li>• Aufbau von Fernerkundungssensoren und -systemen in den verschiedenen Spektralbereichen</li> <li>• Performance und Bildqualitätsparameter für die einzelnen Spektralbereiche</li> <li>• Zivile und militärische Anwendungen</li> <li>• Vorstellung operationeller und kommerzieller Softwarepakete</li> <li>• Analyse von Bildmaterial</li> </ul>
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Albertz, J.: Einführung in die Fernerkundung, 4. Auflage WBG 2009</li> <li>• Albertz; Wiggenhagen: Taschenbuch zur Photogrammetrie und Fernerkundung, Wichmann 2009</li> <li>• Elachi, C; van Zyl, J.: Remote Sensing, second edititon, Wiley, 2006</li> </ul>

- Lillesand; Kiefer; Chipman: Remote Sensing and Image Interpretations, sixth edition, Wiley, 2008
- Olsen, R. C.: Remote Sensing from Air and Space, SPIE Press Monograph Vol PM162, 2009

**Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel außer einem nicht-programmierbaren (!) Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)

**Verwendbarkeit**

Erweiterung des Grundwissens für die Gebiete Luft- und Raumfahrttechnik, Navigation und Weltraumnutzung.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester.  
Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester.  
Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 3. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Systemtechnisches Rechnerprojekt</b>	1390

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
PD Dr. habil. Gunther Reißig	Wahlpflicht	0

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	12	78	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
13902	P	Systemtechnisches Rechnerprojekt	Pflicht	4
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>4</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse der Programmierung in C.

#### Qualifikationsziele

1. Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit zur weitgehend selbständigen Bearbeitung einer einfachen, klar abgegrenzten Implementationsaufgabe.
2. Die Studierenden vertiefen diverse Studieninhalte und kennen Möglichkeiten und Grenzen der praktischen Anwendung theoretischer Resultate, insbesondere der Regelungstechnik.
3. Die Studierenden verfügen über Kenntnisse und Erfahrungen in der Nutzung spezieller Hardware wie Einplatinen-Rechner und der dazugehörigen Entwicklungsumgebungen.

#### Inhalt

Im Programmierprojekt geht es um die weitgehend selbständige Bearbeitung einer einfachen, klar abgegrenzten Implementationsaufgabe. Zu implementieren ist jeweils vorrangig in C, für fortgeschrittene Studierende auch in Mathematica oder Matlab. Die zu lösenden Aufgaben orientieren sich am Tätigkeitsfeld des Regelungstechnikers in der Industrie. Beispiele sind:

- Implementation von Meß- und Stellschnittstellen, Beobachtern oder Reglern,
- Implementation spezieller, in aktuellen regelungstechnischen Forschungsprojekten benötigter Algorithmen,
- rechen-technische Anbindung und Erprobung experimenteller Aufbauten,
- jeweils ggf. unter Berücksichtigung der Erfordernisse spezieller Hardware wie Einplatinen-Rechner, und der Erfordernisse experimenteller Aufbauten (Echtzeitforderungen usw).

<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engelhardt, Coole Projekte mit Raspberry Pi, Franzis V.</li> <li>• Kernighan/Ritchie, The C programming language, Prentice Hall, 2nd ed</li> <li>• Prinz, Kirch, C - Einführung und professionelle Anwendung, mitp-V.</li> <li>• GNU Make Manual, <a href="https://www.gnu.org/software/make/manual/make.html">https://www.gnu.org/software/make/manual/make.html</a></li> <li>• Gräbe, Kofler, Mathematica 6, Pearson-Studium</li> <li>• Hazrat, Mathematica, Springer-V.</li> <li>• Buttazzo, Hard Real-Time Computing Systems, Springer, 3rd ed</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
<p>Notenschein.</p> <p>Die Leistungspunkte werden erworben durch wöchentliche Wahrnehmung eines Konsultationstermins, die Abgabe der Software einschließlich Dokumentation in geeigneter Form, und den Funktionsnachweis durch Vorführung. Die Vorstellung der Projektthemen und die Zuordnung der Teilnehmer erfolgt jeweils zum ersten Lehrveranstaltungstermin.</p>
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>Praktische Vertiefung diverser Studieninhalte. Voraussetzung für bestimmte Studien- und Bachelorarbeiten, insbesondere auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik. Erworbenene Kenntnisse von Vorteil auch in zahlreichen nachfolgenden Lehrveranstaltungen, einschließlich „Prozessrechentchnik“ und „Praktikum Optimale Steuerung“.</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
<p>Das Modul dauert ein Trimester.</p> <p>Das Modul wird in jedem Studienjahr und in jedem Trimester angeboten.</p>

Modulname	Modulnummer
<b>Grundlagen diskreter Regelungssysteme</b>	1392

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
PD Dr. habil. Gunther Reißig	Wahlpflicht	0

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	48	102	5

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
13921	VL	Grundlagen diskreter Regelungssysteme	Pflicht	2
13922	UE	Grundlagen diskreter Regelungssysteme	Pflicht	2
13923	P	Grundlagen diskreter Regelungssysteme	Pflicht	1
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>4</b>

#### Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse der Mengenlehre und der Linearen Algebra in dem Umfang, wie sie in der mathematischen Grundausbildung der ersten beiden Trimester vermittelt werden.

#### Qualifikationsziele

Die Studierenden wissen, was diskrete Systeme sind und beherrschen die im Modul vermittelten Methoden zur Modellierung, Analyse, Beobachtung und Regelung solcher Systeme. Sie sind in der Lage zu erkennen, inwieweit die vermittelten Methoden auf vorgelegte praktische Problemstellungen anwendbar sind; ggf. können sie die Methoden sicher zur Lösung einfacher Probleme anwenden und ihre Lösung geeignet implementieren.

#### Inhalt

Gegenstand des Moduls sind Zustandssysteme mit endlichen Eingangs-, Ausgangs- und Zustandsalphabeten, die nur zu bestimmten, diskreten Zeitpunkten aktiv sind. Die Zeitpunkte der Aktivität können durch ein Taktsignal vorgegeben sein; alternativ werden die Systeme durch das Auftreten bestimmter Ereignisse aktiviert („Ereignisdiskrete Systeme“). Solche Systeme spielen in zahlreichen Anwendungsfeldern eine Rolle. So werden auf ihrer Grundlage etwa Einrichtungen zur Fehlerdiagnose von Turbinenantrieben entworfen, Wartungspläne für Flugzeugflotten analysiert und Bordrechnernetze evaluiert und verifiziert. Im Fokus des Moduls stehen aber nicht spezielle Anwendungsfelder. Vielmehr werden fachübergreifend gültige und anwendbare Grundlagen der Theorie diskreter Systeme vermittelt, u.a.:

1. Gegenstand, Geschichte und typische Anwendungsbeispiele.
2. Was bedeuten Steuerung, Regelung und Beobachtung diskreter Systeme?
3. Beschreibungsformen, Modellbildung.
4. Aufbau aus Teilsystemen.
5. Verhaltensbegriffe.

6. Verfahren zur Lösung einfacher Verifikations- und Regelungsaufgaben. 7. Beobachterentwurf und Anwendung zur Diagnose. 8. Praktische Umsetzung von Reglern und Beobachtern.
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cassandras, Lafortune, Discrete Event Systems, Springer, 2008</li><li>• Lunze, Automatisierungstechnik, Oldenbourg, 2012</li><li>• Baier, Katoen, Principles of Model Checking, MIT Press, 2008</li></ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung über 90 Minuten (Zugelassene Hilfsmittel: Ein doppelseitig selbstbeschriebenes Blatt im Format DIN A4).
<b>Verwendbarkeit</b>
Voraussetzung für bestimmte Studien- und Bachelorarbeiten, insbesondere auf dem Gebiet der Steuer- und Regelungstechnik.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert ein Trimester.

Modulname	Modulnummer
Methoden der Softwareentwicklung	1394

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Axel Schulte	Wahlpflicht	7

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	48	42	3

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12291	VL	Softwareentwicklung für Ingenieure	Pflicht	2
12292	VÜ	Softwareentwicklung für Ingenieure	Pflicht	2
13491	VL	Methoden der Softwareentwicklung	Pflicht	2
13492	UE	Methoden der Softwareentwicklung	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				4

## Empfohlene Voraussetzungen

- "Softwareentwicklung" mit Note möglichst 1.7 oder besser bestanden
- max. ca. 15 Teilnehmer (angepasst an die Teilnehmerzahl des Moduls "Softwareentwicklung").

## Qualifikationsziele

- Die Studierenden sind in der Lage, praxisrelevante Problemstellungen in C/C++-Programme umzusetzen. Dies umfasst sowohl das Design als auch die Kodierung.
- Die Studierenden verstehen Vor- und Nachteile einzelner Programmierkonstrukte und können den Einsatz verschiedener Möglichkeiten gegeneinander abwägen.
- Die Studierenden können einzelne Programmierkonstrukte im Rahmen einfacher Problemstellungen praktisch einsetzen.
- Die Studierenden können entwickelte Softwaremodule im Hinblick auf die an sie gestellten Anforderungen testen, d.h. Fehler finden und beheben.

## Inhalt

Die Studierenden vertiefen im Modul "Methoden der Softwareentwicklung" Kenntnisse im Bereich der Implementierung von Softwaremodulen mit der Programmiersprache C++, die im Modul "Softwareentwicklung" vermittelt wurden. Im Einzelnen umfasst dies die folgenden Aspekte:

- Die Studierenden lernen weiterführende Konzepte der Programmiersprache C++ kennen.
- Die Studierenden werden mit Verfahren zur Fehlersuche und zum Testen von Software vertraut gemacht.

<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erwerben Erfahrungen im Anleiten kleiner Softwareentwicklungs-Teams (Studierende des Pflichtmoduls "Softwareentwicklung").</li> </ul>
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Balzert H.: Lehrbuch der Softwaretechnik, Basiskonzepte und requirements Engineering. Spektrum Akademischer Verlag, 2009.</li> <li>Regionales Rechenzentrum für Niedersachsen, RRZN (Hrsg): C++ für Programmierer.</li> <li>Stroustrup B.: The C++ Programming Language. Addison-Wesley, 2000</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel).
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>In diesem Studiengang: Voraussetzung für bestimmte Studien-/Bachelorarbeiten in den Gebieten z.B.: "Flugmechanik &amp; Flugführung", "Technik autonomer Systeme", "Arbeitswissenschaften".</p> <p>In anderen Studiengängen: Master of Science (M.Sc.) Luft- und Raumfahrttechnik insbesondere für Schwerpunkte im Bereich "Flugführungssysteme" und "Autonome Systeme".</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 3. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
<b>Moderne Satellitennavigation in der Praxis</b>	3490

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2017
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Mag. Dr. habil. Thomas Pany	Wahlpflicht	7

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	48	42	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
34901	VL	Einführung in die Satellitennavigation	Pflicht	1
34902	UE	Einführung in die Satellitennavigation	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>3</b>

Empfohlene Voraussetzungen
Mathematik, Experimentalphysik, Messtechnik
Qualifikationsziele
<p>Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Navigation mit GNSS und andere Sensoren</li> <li>• Sie haben praktische Erfahrung in der Satellitennavigation durch die Inbetriebnahme verschiedener Navigations- und Positionierungssysteme.</li> <li>• Sie kennen die Vorteile von satellitenbasierten Navigationssystemen sowie auch deren Verwundbarkeit.</li> <li>• Die Studierenden können mögliche Anwendungen der Satellitennavigation im militärischen und im zivilen Bereich erkennen und bewerten.</li> </ul>
Inhalt
<p>Vermittlung von Grundlagen zur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positionierung mit GNSS</li> <li>• Stützung der GNSS Positionierung durch inertielle Sensoren (Kreisel und Beschleunigungsmesser)</li> </ul> <p>Praktische und demonstrative Übungen zur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positionierung mit einem GNSS-Empfänger im Smartphone</li> <li>• Navigation eines Fahrzeugs mit GNSS, Odometrie und Kreisel</li> <li>• Hochpräzisen Positionierung im Vermessungswesen</li> <li>• Positionierung und Lagebestimmung von Multikoptern</li> <li>• Navigation in sicherheitskritischen oder militärische Anwendungen</li> <li>• Störung von GNSS-Empfängern durch Störsignale, z.B. Jammer</li> </ul>

Der Begriff GNSS beinhaltet alle Satellitennavigationssysteme und insbesondere GPS.
<b>Literatur</b>
Vorlesungsskriptum
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel außer einem nicht-programmierbaren (!) Taschenrechner) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
<b>Verwendbarkeit</b>
Grundlage für weiterführende Lehrveranstaltungen im Gebiet der Weltraumnutzung, insbesondere Satellitennavigation.  Verständnis zur Bewertung verschiedenster GNSS-Anwendungen im zivilen und auch militärischen Bereich.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt jedes Studienjahr jeweils im Herbsttrimester. Als Startzeitpunkt ist das Herbsttrimester im 3. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Seminar studium plus 1	1002

Konto	Studium+ Bachelor
-------	-------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Zentralinstitut Studium+	Pflicht	2

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90 Stunden	36	54	3

Qualifikationsziele
<p>Die Studierenden erwerben personale, soziale oder methodische Kompetenzen, um das Studium als starke, mündige Persönlichkeit zu verlassen. Die <i>studium plus</i> -Seminare bereiten die Studierenden dadurch auf ihre Berufs- und Lebenswelt vor und ergänzen die im Studium erworbenen Fachkenntnisse.</p> <p>Durch die Vermittlung von Horizontwissen wird die eingeschränkte Perspektive des Fachstudiums erweitert. Dadurch lernen die Studierenden, das im Fachstudium erworbene Wissen in einem komplexen Zusammenhang einzuordnen und in Relation zu den anderen Wissenschaften zu sehen.</p> <p>Durch die exemplarische Auseinandersetzung mit gesellschaftsrelevanten Fragen erwerben die Studierenden die Kompetenz, diese kritisch zu bewerten, sich eine eigene Meinung zu bilden und diese engagiert zu vertreten. Das dabei erworbene Wissen hilft, Antworten auch auf andere gesellschaftsrelevante Fragestellungen zu finden.</p> <p>Durch die Steigerung der Partizipationsfähigkeit wird die mündige Teilhabe an sozialen, kulturellen und politischen Prozessen der modernen Gesellschaft gefördert.</p>
Inhalt
<p>Die <i>studium plus</i> -Seminare bieten Lerninhalte, die Horizont- oder Orientierungswissen vermitteln bzw. die Partizipationsfähigkeit steigern. Sämtliche Inhalte sind auf den Erwerb personaler, sozialer oder methodischer Kompetenzen ausgerichtet. Sie bilden die Persönlichkeit und erhöhen die Beschäftigungsfähigkeit.</p> <p>Bei der Vermittlung von Horizontwissen werden die Studierenden beispielsweise mit den Grundlagen anderer, fachfremder Wissenschaften vertraut gemacht, sie lernen Denkweisen und "Kulturen" der fachfremden Disziplinen kennen. Bei der Vermittlung von Orientierungswissen steigern die Studierenden ihr Reflexionsniveau, indem sie sich exemplarisch mit gesellschaftsrelevanten Themen auseinandersetzen. Bei der Vermittlung von Partizipationswissen steht der Einblick in verschiedene soziale und politische Prozesse im Vordergrund.</p> <p>Einen detaillierten Überblick bietet das jeweils gültige Seminarangebot von <i>studium plus</i>, das von Trimester zu Trimester neu erstellt und den Erfordernissen der künftigen Berufswelt sowie der Interessenslage der Studierenden angepasst wird.</p>

<b>Leistungsnachweis</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• In Seminaren werden Notenscheine erworben.</li> <li>• Die Leistungsnachweise, durch die der Notenschein erworben werden kann, legt der/die Dozent/in in Absprache mit dem Zentralinstitut studium plus vor Beginn des Einschreibeverfahrens für das Seminar fest. Hierbei sind folgende wie auch weitere Formen sowie Mischformen möglich: Klausur, mündliche Prüfung, Hausarbeit, Referat, Projektbericht, Gruppenarbeit, Mitarbeit in der Lehrveranstaltung etc. Bei Mischformen erhält der Studierende verbindliche Angaben darüber, mit welchem prozentualen Anteil die jeweiligen Teilleistungen gewichtet werden.</li> <li>• Der Erwerb des Scheins ist an die regelmäßige Anwesenheit im Seminar gekoppelt.</li> <li>• Bei der während des Einschreibeverfahrens stattfindenden Auswahl der Seminare durch die Studierenden erhalten diese verbindliche Informationen über die Modalitäten des Scheinerwerbs für jedes angebotene Seminar.</li> </ul>
<b>Verwendbarkeit</b>
Das Modul ist für sämtliche Bachelorstudiengänge gleichermaßen geeignet.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Als Startzeitpunkt ist das Wintertrimester im 1. Studienjahr vorgesehen.

Modulname	Modulnummer
Seminar studium plus 2, Training	1005

Konto	Studium+ Bachelor
-------	-------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Zentralinstitut Studium+	Pflicht	0

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150 Stunden	72 Stunden	78 Stunden	5

### Qualifikationsziele

#### **studium plus- Seminare:**

Die Studierenden erwerben personale, soziale oder methodische Kompetenzen, um das Studium als starke, mündige Persönlichkeit zu verlassen. Die studium plus- Seminare bereiten die Studierenden dadurch auf ihre Berufs- und Lebenswelt vor und ergänzen die im Studium erworbenen Fachkenntnisse.

Durch die Vermittlung von Horizontwissen wird die eingeschränkte Perspektive des Fachstudiums erweitert. Dadurch lernen die Studierenden, das im Fachstudium erworbene Wissen in einem komplexen Zusammenhang einzuordnen und in Relation zu den anderen Wissenschaften zu sehen.

Durch die exemplarische Auseinandersetzung mit gesellschaftsrelevanten Fragen erwerben die Studierenden die Kompetenz, diese kritisch zu bewerten, sich eine eigene Meinung zu bilden und diese engagiert zu vertreten. Das dabei erworbene Wissen hilft, Antworten auch auf andere gesellschaftsrelevante Fragestellungen zu finden.

Durch die Steigerung der Partizipationsfähigkeit wird die mündige Teilhabe an sozialen, kulturellen und politischen Prozessen der modernen Gesellschaft gefördert.

#### **studium plus- Trainings:**

Die Studierenden erwerben personale, soziale und methodische Kompetenzen, um als Führungskräfte auch unter komplexen und teils widersprüchlichen Anforderungen handlungsfähig zu bleiben bzw. um ihre Handlungskompetenz wiederzuerlangen.

Damit ergänzt das Trainingsangebot die im Rahmen des Studiums erworbenen Fachkenntnisse insofern, als diese fachlichen Kenntnisse von den Studierenden in einen berufspraktischen Kontext eingebettet werden können und Möglichkeiten zur Reflexion des eigenen Handelns angeboten werden.

### Inhalt

Die **studium plus -Seminare** bieten Lerninhalte, die Horizont- oder Orientierungswissen vermitteln bzw. die Partizipationsfähigkeit an Diskussionen über wichtige aktuelle Themen steigern. Sämtliche Inhalte sind auf den Erwerb personaler, sozialer oder

<p>methodischer Kompetenzen ausgerichtet. Sie bilden die Persönlichkeit und erhöhen die Beschäftigungsfähigkeit. Bei der Vermittlung von Horizontwissen werden die Studierenden u.a. mit den Grundlagen anderer, fachfremder Wissenschaften vertraut gemacht, sie lernen Denkweisen und "Wissenskulturen" der fachfremden Disziplinen kennen.</p> <p>Bei der Vermittlung von Orientierungswissen steigern die Studierenden ihr Reflexionsniveau, indem sie sich exemplarisch mit gesellschaftsrelevanten Themen auseinandersetzen. Bei der Vermittlung von Partizipationswissen steht der Einblick in verschiedene soziale und politische Prozesse im Vordergrund.</p> <p>Die <b>studium plus- Trainings</b> entsprechen den Trainings für Führungskräfte in modernen Unternehmen und bieten berufsrelevante und an den Themen der aktuellen Führungskräfteentwicklung von Organisationen und Unternehmen orientierte Lerninhalte.</p>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p>
<p><b>studium plus -Seminare :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Seminaren werden Notenscheine erworben.</li> <li>• Die Leistungsnachweise, durch die der Notenschein erworben werden kann, legt der/die Dozent/in in Absprache mit dem Zentralinstitut studium plus vor Beginn des Einschreibeverfahrens für das Seminar fest. Hierbei sind folgende wie auch weitere Formen sowie Mischformen möglich: Klausur, mündliche Prüfung, Hausarbeit, Referat, Projektbericht, Gruppenarbeit, Mitarbeit in der Lehrveranstaltung etc. Bei Mischformen erhält der/die Studierende verbindliche Angaben darüber, mit welchem prozentualen Anteil die jeweiligen Teilleistungen gewichtet werden.</li> <li>• Der Erwerb des Scheins ist an die regelmäßige Anwesenheit im Seminar gekoppelt.</li> <li>• Bei der während des Einschreibeverfahrens stattfindenden Auswahl der Seminare durch die Studierenden erhalten diese verbindliche Informationen über die Modalitäten des Scheinerwerbs für jedes angebotene Seminar.</li> </ul> <p><b>studium plus -Trainings:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Trainings sind unbenotet, die Zuerkennung der ECTS-Leistungspunkte ist aber an die Teilnahme an der gesamten Trainingszeit gekoppelt.</li> </ul>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p>
<p>Das Modul ist für sämtliche Bachelorstudiengänge gleichermaßen geeignet.</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p>
<p>Das Modul Seminar studium plus 2, Training des Bachelor-Studiengangs umfasst insgesamt 2 Trimester. Jede/r Studierende des Bachelor-Studiengangs besucht im Rahmen des Moduls Seminars studium plus 2, Training in der Regel im Herbsttrimester des zweiten Studienjahres ein studium plus - Seminar (3 ECTS) und - je nach Studiengang - im Frühjahrstrimester des zweiten bzw. im Wintertrimester des dritten Studienjahres ein studium plus -Training (2 ECTS).</p>

# Übersicht des Studiengangs: Konten und Module

## Legende:

FT	= Fachtrimester des Moduls
PrFT	= frühestes Trimester, in dem die Modulprüfung erstmals abgelegt werden kann
Nr	= Konto- bzw. Modulnummer
Name	= Konto- bzw. Modulname
M-Verantw.	= Modulverantwortliche/r
ECTS	= Anzahl der Credit-Points

FT	PrFT	Nr	Name	M-Verantw.	ECTS
0	6	1001	Voruniversitäre Leistungen / Sprachausbildung für LRT	. Zentralinstitut Studium+	8
7		2890	Bachelorarbeit LRT	N. N.	12
		<b>5</b>	<b>Fortschrittsschema - LRT 2017</b>		
		<b>7</b>	<b>Pflichtmodule - LRT 2017</b>		<b>146</b>
1	1	1200	Höhere Mathematik I	M. Gerdts	5
1	1	1201	Höhere Mathematik II	M. Gerdts	5
2	2	1202	Höhere Mathematik III	M. Gerdts	5
1	2	1203	Technische Mechanik I und II	A. Lion	10
3	3	1204	Technische Mechanik III	A. Lion	6
2	3	1205	Experimentalphysik	G. Dollinger	9
1	2	1206	Werkstoffkunde	H. Gudladt	10
4	4	1207	Grundlagen der Elektrotechnik	J. Schein	5
6	6	1208	Grundlagen BWL und Management für Ingenieure	B. Katzy	3
4	5	1209	Strömungsmechanik und Aerodynamik	C. Kähler	7
6	4	1210	Numerische Mathematik	M. Klein	6
6	4	1211	Softwareentwicklung	M. Klein	5
3	4	1212	Maschinenelemente	K. Paetzold	12
0	0	1213	Fachpraktikum	B. Katzy	9
4	5	1214	Thermodynamik und Grundlagen der Wärmeübertragung	M. Pfitzner	12
8	5	1215	Mess- und Regelungstechnik	G. Dollinger	7
6	6	1216	Antriebssysteme	R. Niehuis	4
6	6	1217	Raumfahrtssysteme	R. Förstner	4
5	5	1219	Leichtbau	H. Rapp	5
6	6	1220	Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik	A. Schulte	8
0	0	1221	Studienarbeit	N. N.	9
		<b>8</b>	<b>Wahlpflichtmodule - LRT 2017</b>		<b>6</b>
7	7	1222	Einführung in die Anwendung der Methode der finiten Elemente	H. Rapp	3
7	7	1223	Einführung in die Hubschraubertechnik	P. Stütz	3
7	7	1224	Einführung in die Satellitennavigation	B. Eissfeller	3
7	7	1225	Einführung in moderne Simulationstechniken	C. Kähler	3
7	7	1226	Grundlagen der chemischen Thermodynamik	C. Mundt	3
7	7	1227	Lineare und Nichtlineare Optimierung	M. Gerdts	3
6	3	1230	3D-CAD in der Produktentwicklung	K. Paetzold	3
0	7	1368	Einführung in die Fernerkundung	N. N.	3
0	0	1390	Systemtechnisches Rechnerprojekt	G. Reißig	3

0	0	1392	Grundlagen diskreter Regelungssysteme	G. Reißig	5
7	7	1394	Methoden der Softwareentwicklung	A. Schulte	3
7	7	3490	Moderne Satellitennavigation in der Praxis	T. Pany	3
		<b>99BA</b>	<b>Studium+ Bachelor</b>		<b>8</b>
2	9	1002	Seminar studium plus 1	. Zentralinstitut Studium+	3
0	9	1005	Seminar studium plus 2, Training	. Zentralinstitut Studium+	5

# Übersicht des Studiengangs: Lehrveranstaltungen

## Legende:

FT	= Fachtrimester der Veranstaltung
Nr	= Veranstaltungsnummer
Name	= Veranstaltungsname
Art	= Veranstaltungsart
P/Wp	= Pflicht / Wahlpflicht
TWS	= Trimesterwochenstunden

FT	Nr	Name	Art	P/Wp	TWS
	12211	Studienarbeit	Studienprojekt	Pf	
	12232	Einführung in die Hubschraubertechnik	Übung	Pf	1
	13491	Methoden der Softwareentwicklung	Vorlesung	Pf	2
	13492	Methoden der Softwareentwicklung	Übung	Pf	2
	13682	Einführung in die Fernerkundung	Übung	Pf	1
	13902	Systemtechnisches Rechnerprojekt	Praktikum	Pf	4
	13921	Grundlagen diskreter Regelungssysteme	Vorlesung	Pf	2
	13922	Grundlagen diskreter Regelungssysteme	Übung	Pf	2
	13923	Grundlagen diskreter Regelungssysteme	Praktikum	Pf	1
1	12031	Technische Mechanik I	Vorlesung	Pf	3
1	12032	Technische Mechanik I	Übung	Pf	2
1	12061	Werkstoffkunde I	Vorlesung	Pf	2
1	12062	Werkstoffkunde I	Übung	Pf	1
1	12065	Einführung in die Chemie	Vorlesung	Pf	2
1	12066	Einführung in die Chemie	Übung	Pf	1
1	12125	Technisches Zeichnen	Vorlesung	Pf	1
1	12126	Technisches Zeichnen	Übung	Pf	2
1	12911	Mathematik I	Vorlesung	Pf	4
1	12913	Höhere Mathematik I + II (LRT)	Übung	Pf	2
1	12921	Mathematik II	Vorlesung	Pf	4
1	12923	Mathematik II (LRT)	Übung	Pf	2
2	12033	Technische Mechanik II	Vorlesung	Pf	3
2	12034	Technische Mechanik II	Übung	Pf	2
2	12051	Experimentalphysik I	Vorlesung	Pf	4
2	12052	Experimentalphysik I	Übung	Pf	2
2	12063	Werkstoffkunde II	Vorlesung	Pf	2
2	12064	Werkstoffkunde II	Übung	Pf	1
2	12067	Werkstoffkundliches Grundpraktikum	Praktikum	Pf	2
2	12931	Mathematik III	Vorlesung	Pf	4
2	12933	Mathematik III (LRT)	Übung	Pf	2
3	12041	Technische Mechanik III/Schwingungslehre	Vorlesung	Pf	4
3	12042	Technische Mechanik III/Schwingungslehre	Übung	Pf	2
3	12043	Grundpraktikum Technische Mechanik	Praktikum	Pf	2
3	12053	Experimentalphysik II	Vorlesung	Pf	2
3	12054	Experimentalphysik II	Übung	Pf	2
3	12055	Experimentalphysik	Praktikum	Pf	2

3	12101	Numerische Mathematik I	Vorlesung	Pf	2
3	12102	Numerische Mathematik I	Übung	Pf	1
3	12113	Softwareentwicklung - Numerische Rechneranwendung	Übung	Pf	2
3	12121	Maschinenelemente I	Vorlesung	Pf	4
3	12122	Maschinenelemente I	Übung	Pf	2
3	12301	3D-CAD in der Produktentwicklung	Übung	Pf	2
4	12071	Grundlagen der Elektrotechnik	Vorlesung/Übung	Pf	5
4	12091	Strömungsmechanik	Vorlesung	Pf	2
4	12092	Strömungsmechanik	Übung	Pf	2
4	12103	Numerische Mathematik II	Vorlesung	Pf	2
4	12104	Numerische Mathematik II	Übung	Pf	1
4	12111	Softwareentwicklung - Programmierung	Vorlesung	Pf	2
4	12112	Softwareentwicklung - Programmierung	Übung	Pf	2
4	12123	Maschinenelemente II	Vorlesung	Pf	4
4	12124	Maschinenelemente II	Übung	Pf	2
4	12141	Thermodynamik I	Vorlesung	Pf	3
4	12142	Thermodynamik I	Übung	Pf	2
5	12093	Grundlagen der Aerodynamik	Vorlesung	Pf	2
5	12094	Grundlagen der Aerodynamik	Übung	Pf	2
5	12143	Thermodynamik II	Vorlesung	Pf	3
5	12144	Thermodynamik II	Übung	Pf	2
5	12145	Grundlagen der Wärmeübertragung	Vorlesung	Pf	2
5	12146	Grundlagen der Wärmeübertragung	Übung	Pf	2
5	12151	Grundlagen der Messtechnik	Vorlesung	Pf	2
5	12152	Grundlagen der Messtechnik	Übung	Pf	2
5	12153	Steuer- und Regelungstechnik	Vorlesung	Pf	2
5	12154	Steuer - und Regelungstechnik	Übung	Pf	2
5	12191	Leichtbau	Vorlesung	Pf	3
5	12192	Leichtbau	Übung	Pf	2
6	12081	Grundlagen BWL und Management für Ingenieure	Vorlesung/Übung	Pf	3
6	12082	Grundlagen BWL und Management für Ingenieure	Übung	Pf	1
6	12161	Antriebssysteme	Vorlesung	Pf	2
6	12162	Antriebssysteme	Übung	Pf	2
6	12171	Raumfahrtsysteme	Vorlesung	Pf	2
6	12172	Raumfahrtsysteme	Übung	Pf	2
6	12201	Luftfahrttechnik	Vorlesung	Pf	2
6	12202	Luftfahrttechnik	Übung	Pf	2
6	12203	Flugmechanik	Vorlesung	Pf	2
6	12204	Flugmechanik	Übung	Pf	2
7	12221	Einführung in die Anwendung der Methode der finiten Elemente	Vorlesung	Pf	2
7	12222	Einführung in die Anwendung der Methode der finiten Elemente	Übung	Pf	2
7	12231	Einführung in die Hubschraubertechnik	Vorlesung	Pf	2
7	12241	Einführung in die Satellitennavigation	Vorlesung	Pf	1
7	12242	Einführung in die Satellitennavigation	Übung	Pf	1
7	12251	Einführung in moderne Simulationstechniken	Vorlesung	Pf	1
7	12252	Einführung in moderne Simulationstechniken	Übung	Pf	3

7	12261	Grundlagen der chemischen Thermodynamik	Vorlesung	Pf	2
7	12262	Grundlagen der chemischen Thermodynamik	Übung	Pf	1
7	12271	Lineare und Nichtlineare Optimierung	Vorlesung	Pf	2
7	12272	Lineare und Nichtlineare Optimierung	Übung	Pf	1
7	12291	Softwareentwicklung für Ingenieure	Vorlesung	Pf	2
7	12292	Softwareentwicklung für Ingenieure	Vorlesung/Übung	Pf	2
7	13681	Einführung in die Fernerkundung	Vorlesung	Pf	2
7	34901	Moderne Satellitennavigation in der Praxis	Vorlesung	Pf	1
7	34902	Moderne Satellitennavigation in der Praxis	Übung	Pf	2

