

## **Modulhandbuch des Studiengangs**

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

**an der  
Universität der Bundeswehr München**

**(Version 2022)**

Stand: 09. Mai 2022

## **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 des Entwurfs, der Entwicklung 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. Absolventen und Absolventinnen besitzen 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, Vertiefungen und 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 und Absolventinnen 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 europäische Behörden, wie die ESA (European Space Agency), die EUROCONTROL (European Organization for the Safety of Air Navigation) oder EASA (European Union Aviation Safety Agency) bieten Anstellungsmöglichkeiten.

Im wissenschaftlichen Bereich finden Absolventen und Absolventinnen 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 erworbenen Kenntnisse 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 nominell über neun Semester 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. Die Angabe des „empfohlenen Trimesters“ in den darauffolgenden Modulbeschreibungen bezieht sich auf das Intensivstudium.

Legenden Tabelle 1 und 2:

Module:	Abkz.	Module:	Abkz.
Höhere Mathematik I	HM I	Numerische Mathematik	NM
Höhere Mathematik II	HM II	Softwareentwicklung	SWE
Höhere Mathematik III	HM III	Leichtbau	LB
Technische Mechanik I/II	TM I/II	Thermodyn- + Grdlg. der WÜ	THERMO
Technische Mechanik III	TM III	Mess- und Regelungstechnik	MRT
Werkstoffkunde	WK		
Experimentalphysik	EPHY	Grdlg. Aerodynamik+Ström.Mech.	STRÖAERO
Grundlagen ET	ET	Grdlg. d. Flugmech. + Luftfahrt.	FM_LFT
Fachpraktikum		Raumfahrtsysteme	RFS
Grdlg. BWL + Manag. f. Ing.	BWL	Antriebssysteme	ANTS
Maschinenelemente I/II	MEL		

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

**Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik", Normalstudium 3 Jahre**

CP																			
23																			
22																			
21																			
20		Werkstoffkunde I & Einführung in die Chemie (WK)	Werkstoffkd. Grundprakt. & Werkstoffkunde II (WK)									Raumfahrt-systeme (RFS)							
19							Technisches Zeichnen (MEL)	Studium plus											
18							Maschinenelemente II (MEL)	Grdlg. Aerodynamik (STRÖAERO)	Grundlagen BWL und Mgmt. (BWL)					Antriebs-systeme (ATS)					
17																Studium plus			
16		Technische Mechanik I (TM I/II)	Experimental-physik I (EPHY)	Maschinenelemente I (MEL)															
15									Grdlg. Wärmeübertragung (THERMO)	Software. - NR. (SWE)	Studium plus	Grdlg. Messtechnik (MRT)							
14								Strömungsmechanik (STRÖAERO)											
13																			
12		Höhere Mathematik II (HM II)	Technische Mechanik II (TM I/II)	Technische Mechanik III / SL & Grundprakt. TM (TM III)		Thermodynamik I (THERMO)	Thermodynamik II (THERMO)	Numerische Mathematik I (NM)	Software. - Prog. & Rep. MATLAB (SWE)	Mess- und Regelungstechnik (MRT)	Bachelorarbeit								
11																			
10																			
9																			
8		Höhere Mathematik I (HM I)	Höhere Mathematik III (HM III)	Experimental-physik II & Praktikum EP (EPHY)	Fachpraktikum	Grundlagen der Elektrotechnik (ET)	Leichtbau (LB)	Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik (FM_LFT)	Fachpraktikum										
7																			
6																	Wahlpflicht II		
5																		Studienarbeit	
4									Wahlpflicht I										
3																			
2																			
1										Studienarbeit									
Summe	8	20	20	15	5	19	20	17	4	15	17	20	0						
Tri.		1	2	3		4	5	6		7	8	9							
Zeit	frei	HT	WT	FT	frei	HT	WT	FT	frei	HT	WT	FT	frei						

## Lehrveranstaltungen (Module) im Bachelor "Luft- und Raumfahrttechnik", Intensivstudium 2 1/4 Jahre

CP							Grdlg. Messtechnik (MRT)						
23													
22		Technisches Zeichnen (MEL)	Studium plus							Studienarbeit			
21				Software. - NR. (SWE)		Software. - Prog. & Rep. MATLAB (SWE)							
20		Werkstoffkunde I & Einführung in die Chemie (WK)	Werkstoffkd. Grundprakt. & Werkstoffkunde II (WK)			Maschinen-elemente I (MEL)		Mess- und Regelungs-technik (MRT)	Studium plus		Studium plus		
19													
18													
17									Grundlagen BWL und Mgmt. (BWL)				
16													
15													
14		Technische Mechanik I (TM I/II)	Experimental-physik I (EPHY)					Grdlg. Aerodynamik (STRÖAERO)					
13													
12													
11													
10													
9		Höhere Mathematik II (HM II)	Technische Mechanik II (TM I/II)										
8													
7													
6													
5													
4		Höhere Mathematik I (HM I)	Höhere Mathematik III (HM III)										
3													
2													
1													
Summe	8	22	23	21	9	22	24	21	8	22			0
Tri.		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 2022**

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.....	23
1208	Grundlagen BWL und Management für Ingenieure.....	25
1209	Strömungsmechanik und Aerodynamik.....	28
1210	Numerische Mathematik.....	31
1211	Softwareentwicklung.....	33
1212	Maschinenelemente.....	37
1213	Fachpraktikum.....	39
1214	Thermodynamik und Grundlagen der Wärmeübertragung.....	40
1215	Mess- und Regelungstechnik.....	44
1216	Antriebssysteme.....	47
1217	Raumfahrtsysteme.....	50
1219	Leichtbau.....	52
1220	Grundlagen der Flugmechanik und Luftfahrttechnik.....	54
1221	Studienarbeit.....	59

## **Wahlpflichtmodule - LRT 2022**

1222	Einführung in die Anwendung der Methode der finiten Elemente.....	61
1223	Einführung in die Hubschraubertechnik.....	63
1225	Einführung in moderne Simulationstechniken.....	66
1226	Grundlagen der chemischen Thermodynamik.....	68
1227	Lineare und Nichtlineare Optimierung.....	70
1230	3D-CAD in der Produktentwicklung.....	72
1368	Einführung in die Fernerkundung.....	74
1394	Methoden der Softwareentwicklung.....	76
1553	Grundlagen des Luftverkehrs.....	78
3490	Moderne Satellitennavigation in der Praxis.....	79

1002 Seminar studium plus 1.....	81
1005 Seminar studium plus 2, Training.....	83
<b>Übersicht des Studiengangs: Konten und Module.....</b>	<b>85</b>
<b>Übersicht des Studiengangs: Lehrveranstaltungen.....</b>	<b>87</b>



Modulname	Modulnummer
Voruniversitäre Leistungen / Sprachausbildung für LRT	1001

Konto	Gesamtkonto - Bachelor LRT 2022
-------	---------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
N.N.	Pflicht	

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.</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>

<b>Leistungsnachweis</b>
Die Leistungen werden durch einen Teilnahmechein nachgewiesen.
<b>Verwendbarkeit</b>
Das Modul ist für sämtliche Bachelorstudiengänge gleichermaßen geeignet.

Modulname	Modulnummer
Bachelorarbeit LRT	2890

Konto	Gesamtkonto - Bachelor LRT 2022
-------	---------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
N.N.	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-Studienganges Luft- und Raumfahrttechnik.
Dauer und Häufigkeit
Die Bearbeitungszeit beträgt 3 Monate. Spätester Beginn der Bearbeitung für Studenten ohne vorläufige Masterzulassung ist der 30. April des 3. Studienjahres. Spätestes Ende der Bearbeitung für Studenten mit vorläufiger Masterzulassung ist der 30. März des 3. Studienjahres.

Modulname	Modulnummer
Höhere Mathematik I	1200

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

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	Mathematik I (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> <li>• Papula L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler I, Vieweg/Teubner, 2011.</li> </ul>

• Meyberg K., Vachenauer 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 im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
Höhere Mathematik II	1201

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

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 im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
Höhere Mathematik III	1202

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

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 im Wintertrimester.

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

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

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, die Differentialgleichungen der modellierten Systeme mit den entsprechenden mathematischen Methoden zu lösen und das Verhalten der Lösung zu untersuchen.</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 Fachwerken,</li> </ol>

<p>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 Beschleunigungsvektor, Geradlinige Bewegung, Kreisbewegung und Relativbewegung, freie und geführte Bewegung, Leistungsbilanz, 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, Dämpfung.</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.</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. Das Modul beginnt im Herbsttrimester.</p>

Modulname	Modulnummer
Technische Mechanik III	1204

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

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
180	88	92	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. Auf Grundlage der 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

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 Eigenformen, Eigenfrequenzen, Schwingungstilgung sowie -isolation diskutiert. Aus dem Bereich der Kontinuumschwingungen werden die Systeme Saite, Stab und Balken behandelt.

Im Praktikum Technische Mechanik werden die Studierenden mit grundlegenden mechanischen Phänomenen und deren Messung vertraut gemacht. Die durchzuführenden Versuche behandeln Inhalte aus den Lehrveranstaltungen Technische Mechanik I, II und III. 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.

#### Literatur

- Brommundt E., Sachau D.: Schwingungslehre mit Maschinendynamik. Teubner Verlag, 2007.
- Hagedorn: Technische Schwingungslehre: Lineare Schwingungen diskreter mechanischer Systeme, Springer Verlag
- Irretier: Grundlagen der Schwingungstechnik, Bände 1 und 2, Springer-Vieweg Verlag
- Jäger, Mastel, Knaebel: Technische Schwingungslehre, Springer-Vieweg Verlag
- Klotter: Technische Schwingungslehre, Springer Verlag
- Magnus, Popp, Sextro: Schwingungen: Physikalische Grundlagen und mathematische Behandlung von Schwingungen, Springer-Vieweg Verlag
- Meyer E., : Schwingungslehre. Springer Verlag.
- Wittenburg: Schwingungslehre: Lineare Schwingungen, Theorie und Anwendungen, Springer Verlag

#### Leistungsnachweis

Technische Mechanik III: Schriftliche Prüfung 90 Minuten

Grundpraktikum: Teilnahmeschein

#### Verwendbarkeit

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

#### Dauer und Häufigkeit

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Frühjahrstrimester.

Modulname	Modulnummer
Experimentalphysik	1205

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

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	144	126	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 selbstständig bearbeitet. Jeder Student führt aus folgenden Themengebieten 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.
- Tipler P.A.: Physik. 2. korrigierter Nachdruck der 1. Auflage. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1998, ISBN 3-86025-122-8.

- Dransfeld K., Kienle P., Kalvius G.M., Zinth W., Körner H.-J.: Physik I - IV. 9. Auflage. München: Oldenburg Verlag, 2001.

**Leistungsnachweis**

Experimentalphysik I und II: Schriftliche Prüfung 120 Minuten, zugelassene Hilfsmittel: 2 handbeschriebene Blätter (DIN A4), nicht programmierbarer Taschenrechner

Prüfungen Juni/Juli und September

Physik Praktikum: Teilnahmechein

**Verwendbarkeit**

Voraussetzung für alle weiteren naturwissenschaftlich-technischen Module im Studiengang LRT und als Grundlage für wissenschaftlich-technisches Arbeiten.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt im Wintertrimester.



<b>Modulname</b>	Modulnummer
<b>Werkstoffkunde</b>	1206

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Eric Jägge	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>

<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>
Keine

<b>Qualifikationsziele</b>
<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 werkstoffphysikalischen Grundlagen dieses Verhaltens und daraus abgeleitet die Grenzen der Anwendbarkeit der Werkstoffe unter Berücksichtigung der Mikrostruktur</li> <li>• Die Studierende können mögliche Einsatzbereiche dieser Werkstoffe im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik angeben und eine grundlegende Werkstoffauswahl anhand vorgegebener Anforderungen vornehmen.</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>

<b>Inhalt</b>
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 Elastizitätsmoduln 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 Röntgenbeugung, die Lichtmikroskopie oder die Elektronenmikroskopie, näher gebracht.

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 und Kinetik der Legierungen. Dies beinhaltet die Beschreibung von ein- und mehrphasigen Legierungssystemen mit vollständiger und beschränkter Löslichkeit sowie die Beschreibung des Materialtransports mittels Diffusionsvorgängen. Vertiefend lernen die Studierenden reale Zustandsdiagramme, insbesondere das System Eisen-Kohlenstoff, zusammen mit den ablaufenden Phasenumwandlungen genauer kennen.

Im zweiten Teil der Vorlesung (**Werkstoffkunde II**) werden den Studenten die physikalischen Eigenschaften sowie die Einsatzmöglichkeiten moderner Werkstoffe aufgezeigt. Dies umfasst die Herstellung von metallischen, intermetallischen, keramischen und polymeren Werkstoffen z.B. durch Guß und Pulvertechnologie. 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 Faserverbundwerkstoffe und die Anwendungsbereiche für Lang- und Kurzfaserverstärkung vermittelt. Das mechanische Verhalten der verschiedenen Werkstoffklassen wird beschrieben und die verschiedenen gängigen Prüfverfahren für mechanische Eigenschaften werden erläutert. Die Vorlesung schließt weiterhin grundlegende Aspekte der Werkstoffauswahl, der Funktionseigenschaften von Werkstoffen und der Nachhaltigkeit von Werkstoffen mit ein.

In einem weiteren Vorlesungsteil dieses Moduls (**Einführung in die Chemie**) wiederholen die Studierenden die Grundlagen der anorganischen und organischen Chemie. Hier werden dem Studierenden insbesondere der Aufbau der Materie und das Periodensystem der Elemente sowie die unterschiedlichen Bindungsarten, besonders im Hinblick auf Kunststoffe, nahegebracht. 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

<p>gewonnene Wissen wird im Rahmen der Einklassifizierung und Herstellungsverfahren von Kunststoffen vertieft.</p> <p>Das in der Vorlesung Werkstoffkunde I erlernte Wissen wird schließlich in einem werkstoffkundlichen Grundpraktikum im Hinblick auf praxisorientierte Problemstellungen rekapituliert und vertieft.</p> <p>Hierbei lernen die Studierenden die quantitative Gefügeuntersuchung mittels Metallographie, die Bestimmung von statischen und dynamischen Werkstoffkennwerten wie Zugfestigkeit, E-Modul, Härte und Kerbschlagzähigkeit, sowie eine Auswahl verschiedener Verfahren zum Urformen und zur Festigkeitssteigerung von metallischen Werkstoffen praktisch anzuwenden.</p>
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gottstein: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik. Springer Verlag, 4. Auflage 2014.</li> <li>• Hornbogen, Eggeler, Werner: Werkstoffe, Springer Verlag, 12. Auflage 2019.</li> <li>• Ashby, Jones: Werkstoffe 1 und 2. Spektrum Akademischer Verlag, 3. Auflage 2006</li> <li>• Bargel, Schulze (Hrsg.): Werkstoffkunde. Springer Verlag, 9. Auflage 2005</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 135 Minuten und Teilnahmeschein
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>Das erworbene Wissen ist Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen und angewandte Forschung und Entwicklung auf sämtlichen Gebieten der Luft- und Raumfahrttechnik.</p> <p>Das Modul Werkstoffkunde findet Anwendung in weiteren Lehrveranstaltungen, wie z.B. in der Technischen Mechanik.</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
Grundlagen der Elektrotechnik	1207

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

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
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Aufgabenstellungen aus dem Gebiet der Elektrotechnik als solche zu erkennen und zu lösen.</li> <li>Sie erhalten einen groben Überblick über wesentliche Elektrotechnik-Teilgebiete,</li> <li>Die Studierenden erwerben erste Kenntnisse der Schaltungsanalyse für Gleich- und Wechselspannung, was sie in die Lage versetzen sollte, den Nutzen einfacher Schaltungen zu erkennen, bzw. selber einfache Schaltung für z.B. messtechnische Anwendungen zu entwerfen</li> </ul>

Inhalt
<p>Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse in den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elementare Elemente Elektrischer Schaltungen</li> <li>Grundlagen zur Berechnung elektrischer Schaltungen (Kirchhoffsche Gesetze)</li> <li>Analyse von Gleichstromnetzwerken</li> <li>Analyse von Wechselstromnetzwerken</li> <li>Grundlagen Elektrischer Maschinen</li> <li>Elementare Halbleiterbauelemente</li> <li>Aufbau und Anwendung von Operationsverstärkern</li> <li>Schaltungssimulation mit Spice</li> </ul>

Literatur
<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> </ul>

- Paul R., Paul S.: Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik 1. Gleichstromnetzwerke, elektromagnetische Felder und ihre Anwendungen. Reihe: Springer-Lehrbuch, 2010. 4. Aufl.

**Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung 90 Minuten (Zugelassene Hilfsmittel: eine selbstbeschriebene Doppelseite DIN A4)

**Verwendbarkeit**

Das Modul ist verpflichtend im Bachelor-Studiengang LRT

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

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

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Philipp Höfer	Pflicht	6

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
90	30	60	3

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

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

Empfohlene Voraussetzungen
keine

Qualifikationsziele
<p>Das Lehrangebot vermittelt in sechs Themenblöcken die elementaren betriebswirtschaftlichen Kenntnisse, die Ingenieurinnen und Ingenieure heute in ihrem Arbeitsalltag benötigen. Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die zentralen Begriffe der Betriebswirtschaftslehre und sind in der Lage, diese fachlich richtig zu verwenden.</li> <li>• können betriebswirtschaftliche Probleme anhand von grundlegenden Konzepten beurteilen und Informationen anhand von betriebswirtschaftlichen Kennzahlen überprüfen.</li> <li>• sind in der Lage, die unterschiedlichen Rechtsformen von Unternehmen zu klassifizieren und anhand von wirtschaftlich relevanten Vor- und Nachteilen die Auswahl in der Praxis zu beurteilen.</li> <li>• können die wesentlichen Funktionen in einem Unternehmen (Beschaffung, Produktion, Absatz) nachvollziehen und die zentralen funktionalen Entscheidungen in der Grundstruktur verstehen.</li> <li>• sind in der Lage, die Methoden des internen und externen Rechnungswesens zu verstehen und anzuwenden; sie kennen die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der beiden Rechnungswesen-Bereiche.</li> <li>• wissen, worauf bei der Gründung eines Unternehmens zu achten ist, welche wichtigen Entscheidungen bei der Unternehmensgründung zu treffen sind und wie man einen Business-Plan verfasst.</li> <li>• haben am Ende des Kurses insgesamt einen Überblick über wichtige Themenfelder der Allgemeinen BWL; bekommen einen Einblick in die ökonomische Denkweise und erfahren wichtige Entscheidungen, die auch für angehende Ingenieure relevant sind.</li> </ul>

Inhalt
<p>Lehreinheit 1:</p> <p>führt ein in die zentralen betriebswirtschaftlichen Begriffe und Konzepte und dient als Einstieg in das gesamte Modul. Die thematische Einheit besteht aus einem umfangreichen Lernskript, einem Online-Selbsttest sowie einem strukturierten Begriffsregister zum schnellen Auffinden der wichtigsten Begriffsinhalte.</p>
<p>Lehreinheit 2:</p> <p>gibt Ihnen einen guten Überblick über deutsche und zum Teil europäische Rechtsformen und die damit verbundenen Vor- und Nachteile. International tätige Unternehmer aus der Region berichten in diesem Lernmodul von ihren Erfahrungen mit der richtigen Rechtsformwahl und bewerten die im Skript näher ausgeführten Rechtsformen (GmbH, OHG usw.) aus Unternehmersicht.</p>
<p>Lehreinheit 3:</p> <p>behandelt schwerpunktmäßig die verschiedenen betrieblichen Funktionen Beschaffung, Produktion und Absatz. Weitere, ebenfalls wichtige Funktionen, wie Personal, Logistik, Finanzen und Investitionen werden überblicksartig vorgestellt und können im Selbststudium (mit Literaturempfehlungen) weiter vertieft werden. Die verschiedenen Funktionen werden im Rahmen von Videos näher erläutert, das einführende Lehrskript legt das theoretische Basiswissen.</p>
<p>Lehreinheit 4:</p> <p>beschäftigt sich mit Fragen der Unternehmensplanung, der Aufbau- und Ablauforganisation und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen von Unternehmen. Auch hier gibt es ein umfangreiches Lernskript mit vielen praxisnahen Beispielen aus der Möbelproduktion und einem Online-Test zur Überprüfung des eigenen Kenntnisstandes.</p>
<p>Lehreinheit 5:</p> <p>erläutert die Grundlagen des betrieblichen Rechnungswesens. Dabei werden im Lernskript die wichtigsten Begriffe und Verfahren des internen und externen Rechnungswesens herausgearbeitet und verschiedene Berechnungsmodelle in Form von Videos erläutert und im Anschluss von den Studierenden eingeübt.</p>
<p>Lehreinheit 6:</p> <p>behandelt die wichtigen Entscheidungen im Rahmen und die Erfolgsfaktoren von Unternehmensgründungen und stellt ausführlich das Thema Businessplangestaltung dar.</p>
Literatur
<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></ul>

- Verburg R., Ortt R., Dicke W. (Ed.): Managing Technology and Innovation - an Introduction, Routledge, 2006.

**Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung 75 Minuten (ohne Hilfsmittel)

**Verwendbarkeit**

Einführung in die Denk- und Argumentationsstrukturen der Betriebswirtschaftslehre für Ingenieurinnen und Ingenieure.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Frühjahrstrimester.



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

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

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
---------------------

**Lehrveranstaltung Strömungsmechanik**

Die Studierenden sind mit den wichtigsten Begriffen und Denkweisen der Strömungsmechanik vertraut und wissen, wie sie diese Denkweisen anwenden müssen.

Die Studierenden sind in der Lage, einfache strömungsmechanische Probleme mit mathematischen Methoden abzuschätzen.

Die Studierenden sind in der Lage, kompressible Strömungsphänomene (senkrechter Verdichtungsstoß) zu verstehen und zu berechnen.

**Lehrveranstaltung Grundlagen der Aerodynamik**

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.

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.

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.

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:

1. Einleitung
2. Beschreibung des Strömungsfeldes
3. Definition und Eigenschaften der Fluide
4. Reibungsgesetze
5. Statik der Fluide
6. Dynamik der Fluide
7. Anwendung der Bernoulli-Gleichung
8. Gasströmungen
9. Impulssatz
- 10 Potentialtheorie

### **Lehrveranstaltung Grundlagen der Aerodynamik**

In diesem Modul wird die Auftriebserzeugung an umströmten Körpern (Profil, Tragflügel) betrachtet und Effekte durch Reibung (Viskosität) und Turbulenz thematisiert:

1. Entstehung des Auftriebs
2. Theorie dünner Profile (Skelett-Theorie)
3. Theorie symmetrischer Profile endlicher Dicke (Tropfen-Theorie)
4. Traglinien-Theorie
5. Strömungen mit Reibung
6. Grenzschichttheorie
7. Transition
8. Turbulente Strömungen
9. Schließungsansätze und Wandgesetze
- 10 Statische Theorie der Turbulenz

## Literatur

- Anderson J.D.: Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill Book Company, 1984
- Bertin J.J., Smith M.L.: Aerodynamics for Engineers. Prentice-Hall, 1989
- Schlichting H.; Gersten, K.: Grenzschicht-Theorie. Springer Verlag, 2006
- Schlichting H., Truckenbrodt, E.: Aerodynamik des Flugzeugs. 2 Bände. Springer Verlag, 2001
- Zierep J.: Grundzüge der Strömungslehre. 7. Auflage (2008), Verlag Braun Karlsruhe. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8351-9208-9>

<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 150 Minuten. Zugelassene Hilfsmittel: nicht programmierbarer Taschenrechner
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>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.).</p> <p>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 Bauwerken 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 Studierende, die sich in ihrem späteren Berufsleben mit der numerischen Simulationen von Strömungen beschäftigen, stellt es wichtige begriffliche Grundlagen zur Verfügung.</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 2 Semester. Das Modul beginnt im Herbstsemester.

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

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. (habil) Markus Klein	Pflicht	3

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 selbstständig 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 DIN A4 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 Semester. Das Modul beginnt im Frühjahrsemester.

Modulname	Modulnummer
Softwareentwicklung	1211

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. (habil) Markus Klein Univ.-Prof. Dr.-Ing. Axel Schulte	Pflicht	3

Workload in (h)	Präsenzzeit in (h)	Selbststudium in (h)	ECTS-Punkte
150	96	54	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
12114	UE	Repetitorium MATLAB	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>8</b>

Empfohlene Voraussetzungen
keine spezifischen

Qualifikationsziele
<p><b>Qualifikationsziele der LV "Softwareentwicklung – Programmierung":</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte systematischer Softwareentwicklung.</li> <li>• Die Studierenden können überschaubare Problemstellungen, die durch das Zusammenspiel verschiedener Funktionalitäten und ggf. Interaktivität mit Benutzer bzw. anderen Funktionalitäten gekennzeichnet sind, systematisch modellieren.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Sprachkonstrukte von C/C++ und sind in der Lage, einfache Problemstellungen in ein C/C++-Programm umzusetzen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage aufgrund des erworbenen Wissens über imperative Programmier-elemente und objektorientierte Konzepte am Beispiel C/C++ andere imperative objektorientierte Programmiersprachen wie Java eigenständig zu erlernen.</li> </ul> <p><b>Qualifikationsziele der LV "Softwareentwicklung - Numerische Rechneranwendungen mit MATLAB":</b></p>

- 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 selbstständig 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 erlernen, wie Daten in einem Rechner codiert werden und die damit zusammenhängenden relevanten Zahlensysteme.

Die Studierenden erhalten einen Einblick in den Aufbau von Rechnern sowie deren Hardware-Komponenten.

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 Programmiererelemente

- Datentypen und Variablen

- Ausdrücke und Operatoren
- Kontrollstrukturen
- o Objektorientierte Konzepte
  - Klassen und Objekte
  - Blöcke und Methoden
- o Datenstrukturen
  - Vektoren/Arrays
- 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:



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benker, H. Ingenieurmathematik kompakt – Problemlösungen mit MATLAB. Springer, Berlin-Heidelberg, 2010.</li> <li>• Alfio Quarteroni, Fausto Saleri, Wissenschaftliches Rechnen mit Matlab, Springer 2006.</li> <li>• Higham D.J., Higham N.J.: Matlab Guide; Philadelphia: SIAM, 2005.</li> </ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Gemeinsame schriftliche Prüfung 60+60=120 Minuten. Dabei werden die Klausurergebnisse der Module „Programmierung“ und „Numerische Rechneranwendungen mit MATLAB“ im Verhältnis 3:2 gewichtet.
<b>Verwendbarkeit</b>
<p>In diesem Studiengang:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voraussetzung für bestimmte Studien-/Bachelorarbeiten in den Gebieten, z.B.:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o "Flugmechanik &amp; Flugführung"</li> <li>o "Technik autonomer Systeme"</li> <li>o "Arbeitswissenschaften"</li> <li>o "Numerik" oder "Computational Fluid Dynamics"</li> </ul> </li> </ul> <p>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.</p> <p>In anderen Studiengängen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master of Science (M.Sc.) Luft- und Raumfahrttechnik</li> </ul> <p>insbesondere für Schwerpunkte im Bereich "Flugführungssysteme" und "Autonome Systeme"</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 2 Trimester. Das Modul beginnt im Frühjahrstrimester.

Modulname	Modulnummer
Maschinenelemente	1212

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Philipp Höfer	Pflicht	1

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 selbstständig 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

<p><b>Maschinenelemente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Konstruktionslehre, Gestaltungsprinzipien und Gestaltungsrichtlinien</li> <li>• Grundlagen der Festigkeitsrechnung, Belastungs- und Beanspruchungsarten, statische und dynamische Bauteilauslegung</li> <li>• Achsen, Wellen, Zapfen, Dichtungselemente</li> <li>• Welle-, Nabe-Verbindungen</li> <li>• Verbindungen, Schweißen, Löten, Kleben, Nieten</li> <li>• Schrauben, Gewinde, Schraubverbindungen, vorgespannte Schraubenverbindungen</li> <li>• Federn</li> <li>• Gleitlagerungen, Wälzlagerungen</li> <li>• Riemen- und Kettentriebe</li> <li>• Zahnräder und Zahnradgetriebe</li> <li>• Kupplungen und Bremsen</li> </ul>
<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlecht, Maschinenelemente I + II; Pearson Studium; 1. Auflage 2006 / 2009; ISBN-10: 3827371457; ISBN-10: 3827371465</li> <li>• Roloff/Matek: Maschinenelemente; Vieweg + Teubner ; 18. Auflage 2007; ISBN-10: 383480262X</li> </ul>
<p><b>Leistungsnachweis</b></p> <p>Schriftliche Prüfung 180 Minuten (45 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel und 135 Minuten Aufgabenteil mit allen Hilfsmitteln außer programmierbare Taschenrechner),</p> <p>Maschinenzeichnen: Teilnahmeschein</p>
<p><b>Verwendbarkeit</b></p> <p>Das ingenieurwissenschaftliche Grundlagenmodul Maschinenelemente ist Voraussetzung für jede konstruktive Tätigkeit während des Studiums sowie während der späteren Ingenieurstätigkeit im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik</p>
<p><b>Dauer und Häufigkeit</b></p> <p>Das Modul dauert 3 Trimester. Das Modul beginnt im Herbsttrimester.</p>

Modulname	Modulnummer
Fachpraktikum	1213

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
PD Dr. rer. nat. habil. Jürgen Bär	Pflicht	3

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

Empfohlene Voraussetzungen
Voraussetzung ist die Ableistung des Vorpraktikums (8 Wochen) vor Studienbeginn.
Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sollen die theoretischen Erkenntnisse der Lehrveranstaltungen in einem Industriebetrieb im Inland vertiefen und in einem gewissen Umfang anwenden.</li> <li>Die Studierenden sollen auch die soziologische Seite des Betriebsgeschehens erfassen und das Verhältnis zwischen Führungskräften und Mitarbeitern kennenlernen.</li> <li>Die Studierenden können anhand ihrer Industrieerfahrung eine qualifiziertere Studienplanung und -schwerpunktbildung vornehmen.</li> <li>Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die unterschiedlichen Tätigkeitsbereiche eines Ingenieurs und erhalten eine Entscheidungshilfe für einen späteren Berufseinstieg.</li> </ul>
Inhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden ergänzen im Modul Fachpraktikum ihr Studium durch den Erwerb von praxisnahen Erkenntnissen und schaffen eine gute Grundlage zum besseren Verständnis der Lehrveranstaltungen.</li> <li>Die Studierenden 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.</li> </ul>
Leistungsnachweis
Teilnahmeschein
Verwendbarkeit
Besseres Verständnis der vermittelten Studieninhalte und gleichzeitig praktische Vertiefung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 8 Wochen. Das Modul beginnt im Frühjahrstrimester in der vorlesungsfreien Zeit.

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

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Lars Zigan	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 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, selbstständig Wärmeübertragungsprobleme abzuschätzen und zu berechnen sowie Ergebnisse von numerischen Thermalsimulationen anhand von Überschlagsrechnungen zu bewerten.

- Die Studierenden besitzen ein Verständnis für die Eigenschaften von Wärmeübertragern 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.
- Anschließend werden die Studierenden mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik und der Zustandsgröße Entropie vertraut gemacht, welche eine Quantifizierung der Irreversibilität von Prozessen erlaubt.
- Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Konzepte von Exergie und Anergie, welche für die Optimierung von Prozessen wichtig sind.
- Die Studierenden erhalten eine Einführung in thermodynamische Vergleichsprozesse, z.B. den Carnot-Prozess. Weitere Thermodynamische Vergleichsprozesse werden im Detail in Thermodynamik II besprochen.

### Thermodynamik II:

- Die Studierenden erhalten eine Einführung in wichtige technische Arbeitsprozesse ohne Phasenwechsel (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) kennen. Der Schwerpunkt liegt auf der Beschreibung der Vorgänge im Nassdampfgebiet (Kondensation und Verdampfung). Die Studierenden lernen unterschiedliche Realgasgleichungen kennen.

- Die Studierenden lernen die Details der thermodynamischen Kreisprozesse im Nassdampfgebiet (Dampfturbine, Kältemaschine, Wärmepumpe, Organic Rankine Cycle) kennen und eignen sich Methoden zur Berechnung dieser Prozesse unter Verwendung von Stofftabellen an.
- Die Studierenden erhalten einen Überblick über gasdynamische Vorgänge speziell für Unter- und Überschallströmungen, die in thermodynamischen Prozessen von Fluggasturbinen und Raketenantrieben eine wichtige Rolle spielen.

### **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 Wärmeübertragern 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:

- Baehr H.D., Kabelac, S.: Thermodynamik. Grundlagen und technische Anwendungen, 15. Auflage, Springer Vieweg, 2012.
- Cerbe, G., Wilhelms, G.: Technische Thermodynamik: Theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen, 17. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2013.

#### Grundlagen der Wärmeübertragung:

- Baehr, H.D., Stephan, K.: Wärme- und Stoffübertragung, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2010.

- Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC) (Hrsg.): VDI-Wärmeatlas, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2006.
- Polifke, W., Kopitz, J.: Wärmeübertragung - Grundlagen, analytische und numerische Methoden, Pearson Studium, München, 2009.

**Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung 180 Min.

**Verwendbarkeit**

Das Modul vertieft einige Inhalte der Fächer "Mechanik", "Experimentalphysik" und "Werkstoffkunde" und bildet die Grundlage für die Bachelor- / Masterfächer "Antriebssysteme" und "Raumfahrtsysteme" sowie für Masterveranstaltungen wie "chemische Thermodynamik", "Nichtgleichgewichtsthermodynamik". Die Thermodynamik und Wärmeübertragung bilden eine wichtige Grundlage für den warmen Maschinenbau und sind insbesondere bei der Auslegung und Optimierung von Flugantrieben und Raumfahrzeugen unverzichtbar.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 2 Semester. Das Modul beginnt im Herbstsemester.



Modulname	Modulnummer
Mess- und Regelungstechnik	1215

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Günther Dollinger Prof. Dr. habil. Gunther Reißig	Pflicht	5

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

- Die Studierenden beherrschen die Grundlagen des analogen und digitalen Messens.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, zeitlich veränderliche Messgrößen im Zeit- wie im Frequenzraum zu analysieren und zwischen den Darstellungen zu transformieren.
- Die Studierenden lernen exemplarisch an den Beispielen Längenmessung, Zeitmessung und der Lichtdetektion den Aufbau eines Messsystems von Sensor, Messsignalen und Messwerterfassung kennen.
- 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.
- 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.
- 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
<p>Das Modul besteht aus der Vorlesung "Grundlagen der Messtechnik", der Vorlesung "Steuer- und Regelungstechnik" und den dazugehörigen Übungen.</p> <p>In der Vorlesung "Grundlagen der Messtechnik" werden folgende Inhalte vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zeitverhalten von Messgeräten</li><li>• Spektralanalyse, analoge und diskrete Fouriertransformation, Faltung</li><li>• Detektion von Licht, Halbleitersensor, Bandschema, Dotierung von Halbleitern</li><li>• Analog-Digital-Umsetzer, Digitalmultimeter, Digitaloszilloskope</li><li>• Weglängenmessung</li><li>• Zähler, Zeit und Frequenzmessung</li><li>• Durchführung von Messungen und Komponenten eines Messsystems</li><li>• Basisgrößen, Basiseinheiten und ihre Darstellung</li></ul> <p>In der Vorlesung "Steuer- und Regelungstechnik" erwerben die Studierenden das Grundwissen zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelungs- und Steuerungssysteme.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 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.</li><li>• 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, Gewicht-, Übergangs- und Übertragungsfunktionen, Pole und Nullstellen, Zustandsraummodelle.</li><li>• Anschließend werden die Eigenschaften folgender Regelkreisglieder behandelt: P-, PT1- und PT2-Systeme, I- und IT1-Systeme.</li><li>• 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.</li><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>
Literatur
<p><b>Grundlagen der Messtechnik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Elmar Schrüfer: Elektrische Messtechnik, Hanser-Verlag, 9. Auflage 2007, <a href="http://www.schruefer-messtechnik.de">www.schruefer-messtechnik.de</a>, 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></ul>

- T. Butz: Fouriertransformation für Fußgänger, Teubner, 5.Auflage 2007, ISBN 978-3-8351-0135-7.

### **Steuer- und Regelungstechnik:**

- J. Lunze: Regelungstechnik 1. Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen. 6. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2007.
- H. Unbehauen: Regelungstechnik. Band I. 15. Auflage. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 2008.
- L. Litz: Automatisierungstechnik. Regelungssysteme - Steuerungssysteme - Hybride Systeme. München: Odenbourg Verlag, 2005.
- G. Schulz: Regelungstechnik 1. 2. Auflage. München: Oldenbourg Verlag, 2004.

### **Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung 150 Minuten

Grundlagen der Messtechnik 75 Minuten (zugelassene Hilfsmittel: KEINE Hilfsmittel außer nicht programmierbarer Taschenrechner)

Steuer- und Regelungstechnik 75 Minuten (zugelassene Hilfsmittel: KEINE)

### **Verwendbarkeit**

Voraussetzung für alle weiteren Vorlesungen im Bereich Messtechnik, Sensortechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Luftfahrttechnik, Raumfahrtsysteme, Technologie Autonomer Systeme in den Studiengängen LRT .

### **Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Wintertrimester.

Modulname	Modulnummer
Antriebssysteme	1216

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dragan Kožulovic	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 erlernen die wesentlichen Aspekte der Schuberzeugung in Flugtriebwerken unter Verwendung von Turbomaschinen. Sie erwerben die Kompetenz, einfache Bauweisen von Flugtriebwerken zu bewerten und zu analysieren.</li> <li>• Die Studierenden erwerben ein vertieftes Verständnis über den Aufbau, die Prozessführung und die aerothermodynamischen Vorgänge in Einstrom-Turbinenluftstrahltriebwerken (Turbojet).</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 lernen die wesentlichen Komponenten von Flugtriebwerken kennen, sowie deren Funktionsprinzipien und Bauweisen.</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> </ul>

- Nach Vermittlung der aerothermodynamischen Grundlagen, der Herleitung der allgemeinen Schubgleichung sowie wichtiger Definitionen für Leistungen und Wirkungsgrade lernen die Studierenden den idealen und realen Prozess von Einstrom-Turbinenluftstrahltriebwerken (Turbojets) 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.
- In ausführlicher Form lernen die Studierenden 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.

Das Modul schließt mit einer Übersicht der wesentlichen Triebwerkskomponenten wie Einlauf, Fan, Verdichter, Brennkammer, Turbine und Schubdüse. Die Studierenden lernen dabei die Funktionsweise der Komponenten kennen sowie typische Bauweisen und Konstruktionsdetails anhand von exemplarischen Beispielen.

#### Lehrmethoden

- Bräunling W.: Flugzeugtriebwerke. Springer-Verlag, Berlin, 2015, 4. Auflage.
- Hagen H.: Fluggasturbinen und ihre Leistungen. Verlag G. Braun, Karlsruhe, 1982.
- Hünecke K.: Flugtriebwerke. Verlag Motorbuch, Stuttgart, 1978.
- Kerrebrock J.L.: Aircraft Engines and Gas Turbines. The MIT Press, Cambridge, 1992, 2nd Edition (engl.).
- Müller K.J.: Thermische Strömungsmaschinen. Springer-Verlag, Wien, 1978.
- Rolls-Royce: The Jet Engine. Wiley, 1996, 5th Edition (engl.).

#### Leistungsnachweis

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 Programmiersprache programmierbar sind und die Möglichkeit zur Abspeicherung und Darstellung von Formeln und Diagrammen bieten.

#### Verwendbarkeit

Die zivile und militärische Luftfahrt ist ohne leistungsstarke und effiziente Flugantriebe nicht mehr vorstellbar. Die Inhalte des Moduls liefern das nötige Grundwissen über entsprechende Antriebssysteme, das auf vielen Gebieten der Luftfahrt direkt anwendbar ist, aber auch Tätigkeiten in der Energietechnik erlaubt. Es schafft ferner

Voraussetzungen für angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet Flugantriebe und Turbomaschinen sowie wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen.

Das Modul liefert das notwendige Basiswissen für Module im Studiengang Master of Science (M.Sc.) Luft- und Raumfahrttechnik insbesondere für Schwerpunkte im Bereich der "Antriebe" und "Luftfahrtsysteme" und ist Voraussetzung für die Module „Luftfahrtantriebe“ und „Antriebskomponenten“.

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Frühjahrstrimester.

Modulname	Modulnummer
Raumfahrtsysteme	1217

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

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 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:

- Historische Entwicklung der Raumfahrt

<ul style="list-style-type: none"> <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>
Schriftliche Prüfung 90 Minuten (30 Minuten Fragenteil ohne Hilfsmittel, 60 Minuten Aufgabenteil ohne Hilfsmittel außer einer vom Institut vorgegebenen Formelsammlung und einem Taschenrechner).
<b>Verwendbarkeit</b>
Voraussetzung für wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen, angewandte Forschung sowie Projektmanagement auf dem Gebiet der Raumfahrt.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Frühjahrstrimester.



Modulname	Modulnummer
Leichtbau	1219

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Philipp Höfer	Pflicht	5

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

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12191	VL	Leichtbau	Pflicht	4
12192	UE	Leichtbau	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>6</b>

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

Qualifikationsziele
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Studierenden können die Bedeutung des Leichtbaus bei technischen Problemstellungen hinsichtlich Zweck, Sparpotential und Ökonomie zeitgemäß einordnen. Sie wissen zwischen Stoff- und Formleichtbau zu unterscheiden und erkennen die Notwendigkeit zur Kombination beider Leichtbauprinzipien.</li> <li>2. 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.</li> <li>3. 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.</li> <li>4. Die Studierenden sind in der Lage, die Schubfeldtheorie und deren Anwendung zu erläutern sowie die erlernten Methoden für bekannte Problemstellungen heranzuziehen.</li> <li>5. Die Studierenden können Leichtbaustrukturen hinsichtlich Festigkeit und Steifigkeit auslegen. Sie sind in der Lage, Berechnungsergebnisse zu überprüfen und zu beurteilen.</li> </ol>

Inhalt
<p>Im Modul Leichtbau werden schwerpunktmäßig analytische Methoden zur rechnerischen Beurteilung dünnwandiger Strukturen hinsichtlich Festigkeit und Steifigkeit vermittelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätzliches zum Leichtbau: Stoffleichtbau, Formleichtbau, Leichtbaukennwerte</li> </ul>

- 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

##### Lehrbücher:

- Hertel, H.: Leichtbau, Springer-Verlag 1980
- Czerwenka, G., Schnell, W.: Einführung in die Rechenmethoden des Leichtbaus, Band 1 & 2, BI-Hochschultaschenbücher
- Dieker, S., Reimerdes, H.-G.: Elementare Festigkeitslehre im Leichtbau, Donat Verlag 1992
- Klein, B.: Leichtbau-Konstruktion, Vieweg Verlag 2005
- Peery, D.J.: Aircraft Structures, McGraw-Hill 1950
- Wiedemann, J.: Leichtbau: Elemente und Konstruktion, Springer-Verlag 2006

##### Strukturberechnung:

- Bruhn, E.F.: Analysis and Design of Flight Vehicle Structures, Tri-State Offset Company 1973
- Niu, Michael C.Y.: Airframe Structural Design, Conmilit Press Ltd. 1988
- IASB (Herausgeber): Handbuch Struktur Berechnung (HSB), IASB

#### Leistungsnachweis

Schriftliche Prüfung 90 Minuten oder 120 Minuten.

##### Zugelassene Hilfsmittel:

- zwei handbeschriebene Blätter (DIN A4)
- nicht-programmierbarer Taschenrechner

#### 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 im Wintertrimester.

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

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

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	120	120	8

Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
12201	VL	Luftfahrttechnik	Pflicht	2
12202	UE	Luftfahrttechnik	Pflicht	3
12203	VL	Flugmechanik	Pflicht	2
12204	UE	Flugmechanik	Pflicht	3
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				10

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

Qualifikationsziele
<p><b>Lehrveranstaltung Luftfahrttechnik</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Der/die Studierende kennt die Beteiligten am System Luftfahrt und deren jeweilige Interessen.</li> <li>2. Der/die Studierende kennt die wesentlichen geschichtlichen Eckdaten der Luftfahrttechnik und kann den Einfluss wesentlicher technischer Entwicklungen darstellen.</li> <li>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.</li> <li>4. Der/die Studierende kennt die wesentlichen Baugruppen und Subsysteme eines Luftfahrzeuges in Bezug auf ihre Aufgaben und gegenseitige Beeinflussung.</li> <li>5. Der/die Studierende kennt den Unterschied der verschiedenen Strukturbauweisen.</li> <li>6. Der/die Studierende kennt die einzelnen Massenanteile eines Luftfahrzeugs.</li> <li>7. Der/die Studierende kennt die geometrischen Flügelparameter und kann deren Einfluss auf das Auftriebs- und Widerstandsverhalten darstellen.</li> <li>8. Der/die Studierende kennt die physikalischen Ursachen der einzelnen Widerstandsanteile sowie deren Abhängigkeit von Staudruck und Machzahl und</li> </ol>

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 Punkteleistungen 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 sekundärer 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),
  - o Bestimmung des minimalen Kurvenradius und der minimalen Kursänderungszeit.
- 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.
- Die Studierenden erhalten eine Einführung in ein ausgewähltes, weiterführendes Wissensgebiet der Flugmechanik. In diesem Zusammenhang erwerben die Studierenden Kenntnisse
  - zu Fragestellungen der statischen Stabilität und Steuerbarkeit des Flugzeugs. Hierzu wird der Begriff des aerodynamischen Moments, insbesondere des Nichtmoments und dessen Zustandekommen (Beitrag des Höhenleitwerks) eingeführt; oder
  - zu flugleistungsbetrachtungen für Flugabschnitte, wie z.B. Start, Landung, Streckenflug, Beschleunigungsflug, Steigflug.

#### Literatur

- Götsch E.: Luftfahrzeugtechnik. 3. Auflage. Motorbuchverlag, 2003.
- Hörner S.F.: Fluid-Dynamic Drag. Hoerner Fluid Dynamics, 1965.
- Hünecke K: Modern Combat Aircraft Design. Naval Institute Press, 1987.
- Hünecke K: Die Technik des modernen Verkehrsflugzeugs. 2008.
- Müller F.: Flugzeugentwurf. 1. Auflage. Verlag Dieter Thomas, 2003.
- Tennekes H.: The Simple Science of Flight: From Insects to Jumbo Jets. 1997.
- Brüning G., Hafer X., Sachs G.: Flugleistungen - Grundlagen, Flugzustände, Flugabschnitte. Aufgaben und Lösungen. Springer-Verlag -Hochschultext, 1986. 2. Auflage.

- DIN 9300: Luft- und Raumfahrt. Begriffe, Größen und Formelzeichen der Flugmechanik.
- DIN ISO 2533: Normatmosphäre

**Leistungsnachweis**

Schriftliche Prüfung: 150 Minuten

**Verwendbarkeit**

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 "Flugsystemtechnik"

**Dauer und Häufigkeit**

Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Frühjahrstrimester.

Modulname	Modulnummer
Studienarbeit	1221

Konto	Pflichtmodule - LRT 2022
-------	--------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
N.N.	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 in der vorlesungsfreien Zeit. Für die Studierenden besteht die Möglichkeit, das Modul bereits nach dem 1. Studienjahr zu beginnen.

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

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2022
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Philipp Höfer	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/die 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/sie 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/sie 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 im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
Einführung in die Hubschraubertechnik	1223

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2022
-------	------------------------------

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, Luftfahrttechnik

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/Schwingungsisolierung.</li> <li>• Der/die Studierende kennt mögliche Komponenten der Hubschrauberausstattung. 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> <li>• Der/die Studierende kennt neben dem Rotor auch die dimensionierenden Einflüsse anderer Hubschrauberkomponenten, wie Antriebssystem, Rumpf und Landwerk.</li> </ul>

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 Leistungsfähigkeit 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 inkl. 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 Schweb- 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 Nutzung empirischer Erfahrungen im Entwurf wird beispielhaft vorgeführt und mit gängigen Quellen und professionellen Erfahrungen belegt.

<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>
<b>Literatur</b>
<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>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel) oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
<b>Verwendbarkeit</b>
Die Inhalte des Moduls liefern die Grundlagen zur Analyse und Vorentwurf von Hubschraubern und anderen Drehflüglern.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
Einführung in moderne Simulationstechniken	1225

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2022
-------	------------------------------

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 im Herbsttrimester.



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

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2022
-------	------------------------------

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> </ul> </li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>- Massenwirkungsgesetz,</li><li>- Standardbildungsfunktionen.</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 im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
Lineare und Nichtlineare Optimierung	1227

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2022
-------	------------------------------

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 affin-linearen Restriktionsfunktionen;</li> </ul>

Lösungsverfahren: Verfahren der zulässigen Richtungen; Strafkostenverfahren; Suchverfahren; globale Optimierung.
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerdts, 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>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 60 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten (ohne Hilfsmittel)
<b>Verwendbarkeit</b>
Anwendung des erlangten Wissens in allen Studienschwerpunkten!
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

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

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2022
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Philipp Höfer	Wahlpflicht	3

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**

Es werden die Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung "Technisches Zeichnen" vorausgesetzt.

**Qualifikationsziele**

- Im Rahmen der Veranstaltung sollen den Studierenden die notwendigen Fähigkeiten vermittelt werden, um sich selbstständig in ein CAD-Programm einzuarbeiten. Aufgrund der sich schnell ändernden Technik muss ein Ingenieur in der Lage sein, sich selber Wissen anzueignen sowie Problemlösefähigkeiten zu entwickeln.
- Den Studierenden werden wesentliche Grundlagen im Umgang mit einem modernen CAD-Programm am Beispiel von Inventor vermittelt.
- Sie erlernen die in der Praxis des Konstrukteurs typische Herangehensweisen und Arbeitstechniken zur selbstständigen Durchführung von 3D-Konstruktionsarbeiten.

**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,
- Verwendung von Normteilen
- Erstellen von neuen Einzelteilen innerhalb einer Baugruppe
- Explosionsdarstellung

<b>Zeichnungsableitung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 2D-Zeichnungsansichten</li><li>• Detaillierung von Zeichnungen (Schnitte, Bemaßung, Toleranzinformationen, etc.),</li><li>• Stücklistenaufbereitung.</li></ul>
<b>Gruppenaufgabe</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bearbeitung einer Konstruktionsaufgabe innerhalb der Gruppe</li><li>• Umsetzung von: Organisation in der Gruppe, Projektplanung und Aufgabenverteilung</li></ul>
<b>Leistungsnachweis</b>
Schriftliche Prüfung 60 Minuten (ohne Hilfsmittel). Die bestandenen Übungseinheiten zählen als Voraussetzung für die Prüfung.
<b>Verwendbarkeit</b>
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.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Frühjahrstrimester.

Modulname	Modulnummer
Einführung in die Fernerkundung	1368

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2022
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Schmitt	Wahlpflicht	7

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; Wiggerhagen: Taschenbuch zur Photogrammetrie und Fernerkundung, Wichmann 2009</li> <li>Lillesand; Kiefer; Chipman: Remote Sensing and Image Interpretations, sixth edition, Wiley, 2008</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 Luft-und Raumfahrttechnik, Navigation und Weltraumnutzung.
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Herbsttrimester.



Modulname	Modulnummer
Methoden der Softwareentwicklung	1394

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2022
-------	------------------------------

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
13941	VL	Methoden der Softwareentwicklung	Pflicht	2
13942	UE	Methoden der Softwareentwicklung	Pflicht	2
<b>Summe (Pflicht und Wahlpflicht)</b>				<b>4</b>

Empfohlene Voraussetzungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Softwareentwicklung" mit Note möglichst 1.7 oder besser bestanden</li> <li>• max. ca. 15 Teilnehmer (angepasst an die Teilnehmerzahl des Moduls "Softwareentwicklung").</li> </ul>

Qualifikationsziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, praxisrelevante Problemstellungen in C/C++-Programme umzusetzen. Dies umfasst sowohl das Design als auch die Kodierung.</li> <li>• Die Studierenden verstehen Vor- und Nachteile einzelner Programmierkonstrukte und können den Einsatz verschiedener Möglichkeiten gegeneinander abwägen.</li> <li>• Die Studierenden können einzelne Programmier Techniken im Rahmen einfacher Problemstellungen praktisch einsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können entwickelte Softwaremodule im Hinblick auf die an sie gestellten Anforderungen testen, d.h. Fehler finden und beheben.</li> </ul>

Inhalt
<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen weiterführende Konzepte der Programmiersprache C++ kennen.</li> <li>• Die Studierenden werden mit Verfahren zur Fehlersuche und zum Testen von Software vertraut gemacht.</li> <li>• Die Studierenden erwerben Erfahrungen im Anleiten kleiner Softwareentwicklungsteams (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>
In diesem Studiengang: Voraussetzung für bestimmte Studien-/Bachelorarbeiten in den Gebieten z.B.: "Flugmechanik & Flugführung", "Technik autonomer Systeme", "Arbeitswissenschaften". In anderen Studiengängen: Master of Science (M.Sc.) Luft- und Raumfahrttechnik insbesondere für Schwerpunkte im Bereich "Flugführungssysteme" und "Autonome Systeme".
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
Grundlagen des Luftverkehrs	1553

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2022
-------	------------------------------

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Schultz	Wahlpflicht	7

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

Empfohlene Voraussetzungen
Mathematik
Qualifikationsziele
Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse über den Aufbau und den Betrieb des Luftverkehrssystems. Die Aufgaben verschiedener Systemteilnehmer und die gegenseitigen Abhängigkeiten sind bekannt. Durch praktische Übungen können einfache Problemstellungen des Luftverkehr selbstständig gelöst werden.
Inhalt
Vorstellung verschiedener Systemteilnehmer und ihrer Aufgaben (bspw. Flugsicherung, Flughafen, Luftverkehrsgesellschaft). Vorstellung von rechtlichen Rahmenbedingungen. Beschreibung spezifischer Prozessabläufe für den effizienten Betrieb von Luftfahrzeugen am Boden und in der Luft. Passagierprozesse am Flughafen, Integration in das intermodale Transportnetzwerk. Aspekte der Modellierung und Simulation von Prozessabläufen. Vorstellung und Nutzung von kommerziellen Softwarepaketen zur Simulation und Datenverarbeitung. Herausforderungen bei der Integration von neuen Technologien und Verfahren.
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dieter Schmitt, Volker Gollnick: Air Transport System (Research Topics in Aerospace), 2016.</li> <li>• Heinrich Mensen. Moderne Flugsicherung: Organisation, Verfahren, Technik, 2014.</li> <li>• Michael Schultz. Entwicklung eines individuenbasierten Modells zur Abbildung des Bewegungsverhaltens von Passagieren im Flughafenterminal, 2010.</li> <li>• Roland Conrady, Frank Fichert, Rüdiger Sterzenbach. Luftverkehr: Betriebswirtschaftliches Lehr- und Handbuch, 2019.</li> </ul>
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.
Dauer und Häufigkeit
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

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

Konto	Wahlpflichtmodule - LRT 2022
-------	------------------------------

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	36	54	3

## Zugehörige Lehrveranstaltungen:

Nr.	Art	Veranstaltungsname	Teilnahme	TWS
34901	VL	Moderne Satellitennavigation in der Praxis	Pflicht	1
34902	UE	Moderne Satellitennavigation in der Praxis	Pflicht	2
<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 der Navigation mit GNSS und anderen 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>• Astronavigation (Sextant)</li> <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> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Störung von GNSS-Empfängern durch Störsignale, z.B. Jammer</li> </ul> <p>Der Begriff GNSS beinhaltet alle Satellitennavigationssysteme und insbesondere GPS.</p>
<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>
<p>Grundlage für weiterführende Lehrveranstaltungen im Gebiet der Weltraumnutzung, insbesondere Satellitennavigation.</p> <p>Verständnis zur Bewertung verschiedenster GNSS-Anwendungen im zivilen und auch militärischen Bereich.</p>
<b>Dauer und Häufigkeit</b>
Das Modul dauert 1 Trimester. Das Modul beginnt im Herbsttrimester.

Modulname	Modulnummer
Seminar studium plus 1	1002

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

Modulverantwortliche/r	Modultyp	Empf. Trimester
Prof. Dr. Ina Ulrike Paul	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 jeweilige Teilleistungen gewichtet werden.</li> <li>• Für den HAW-Bereich gelten abweichend folgende Leistungsnachweise: Seminararbeit, Referat oder Portfolio.</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
Prof. Dr. Ina Ulrike Paul	Pflicht	

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> <p>In Seminaren werden Notenscheine erworben. 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 jeweilige Teilleistungen gewichtet werden. Für den HAW-Bereich gelten abweichend folgende Leistungsnachweise: Seminararbeit oder Portfolio. Der Erwerb des Scheins ist an die regelmäßige Anwesenheit im Seminar gekoppelt. 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.</p> <p><b>studium plus- Trainings:</b></p> <p>Die Trainings sind unbenotet, die Zuerkennung der ECTS-Leistungspunkte ist aber an die Teilnahme an der gesamten Trainingszeit gekoppelt (Teilnahmeschein).</p> <p><b>Dieses Modul geht nur mit 3 ECTS-Punkten in die Gesamtnotenberechnung ein!</b></p>
<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 Semester. Jede/r Studierende des Bachelor-Studiengangs besucht im Rahmen des Moduls Seminar studium plus 2, Training in der Regel im Herbstsemester des zweiten Studienjahres ein studium plus -Seminar (3 ECTS) und in der Regel im Frühjahrsemester des zweiten 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
	6	1001	Voruniversitäre Leistungen / Sprachausbildung für LRT	N. N.	8
7		2890	Bachelorarbeit LRT	N. N.	12
		<b>5</b>	<b>Fortschrittsschema - LRT 2022</b>		
		<b>7</b>	<b>Pflichtmodule - LRT 2022</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	E. Jäggle	10
4	4	1207	Grundlagen der Elektrotechnik	J. Schein	5
6	6	1208	Grundlagen BWL und Management für Ingenieure	P. Höfer	3
4	5	1209	Strömungsmechanik und Aerodynamik	C. Kähler	7
3	4	1210	Numerische Mathematik	M. Klein	6
3	4	1211	Softwareentwicklung	M. Klein	5
1	4	1212	Maschinenelemente	P. Höfer	12
3	0	1213	Fachpraktikum	J. Bär	9
4	5	1214	Thermodynamik und Grundlagen der Wärmeübertragung	L. Zigan	12
5	5	1215	Mess- und Regelungstechnik	G. Dollinger	7
6	6	1216	Antriebssysteme	D. Kožulovic	4
6	6	1217	Raumfahrtssysteme	R. Förstner	4
5	5	1219	Leichtbau	P. Höfer	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 2022</b>		<b>6</b>
7	7	1222	Einführung in die Anwendung der Methode der finiten Elemente	P. Höfer	3
7	7	1223	Einführung in die Hubschraubertechnik	P. Stütz	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
3	3	1230	3D-CAD in der Produktentwicklung	P. Höfer	3
7	7	1368	Einführung in die Fernerkundung	M. Schmitt	3
7	7	1394	Methoden der Softwareentwicklung	A. Schulte	3
7		1553	Grundlagen des Luftverkehrs	M. Schultz	3
7	7	3490	Moderne Satellitennavigation in der Praxis	T. Pany	3

		<b>99BA</b>	<b>Studium+ Bachelor</b>		<b>8</b>
2	0	1002	Seminar studium plus 1	I. Paul	3
	2	1005	Seminar studium plus 2, Training	I. Paul	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	,
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	Mathematik I (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	12114	Repetitorium MATLAB	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	4
5	12192	Leichtbau	Übung	Pf	2
6	12081	Grundlagen BWL und Management für Ingenieure	Vorlesung/Übung	Pf	3
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	3
6	12203	Flugmechanik	Vorlesung	Pf	2
6	12204	Flugmechanik	Übung	Pf	3
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	12232	Einführung in die Hubschraubertechnik	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	13681	Einführung in die Fernerkundung	Vorlesung	Pf	2
7	13682	Einführung in die Fernerkundung	Übung	Pf	1
7	13941	Methoden der Softwareentwicklung	Vorlesung	Pf	2
7	13942	Methoden der Softwareentwicklung	Übung	Pf	2
7	34901	Moderne Satellitennavigation in der Praxis	Vorlesung	Pf	1

7	34902	Moderne Satellitennavigation in der Praxis	Übung	Pf	2
---	-------	--	-------	----	---

