Modulhandbuch

Studiengang Master of Science Luft- und Raumfahrttechnik

Prüfungsordnung: 057-2014

Sommersemester 2018
Stand: 09. April 2018

Universität Stuttgart
Keplerstr. 7
70174 Stuttgart

Kontaktpersonen:

Studiendekan/in:	Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas Institut für Raumfahrtsysteme E-Mail: fasoulas@irs.uni-stuttgart.de
Studiengangsmanager/in:	Dr. rer. nat. Michael Reyle Luft- und Raumfahrttechnik und Geodäsie Tel.: 0711 - 685 60601 E-Mail: michael.reyle@f06.uni-stuttgart.de
Prüfungsausschussvorsitzende/r:	Prof. Dr.-Ing. Jens v. Wolfersdorf Institut für Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt E-Mail: jens.vonwolfersdorf@itlr.uni-stuttgart.de
Fachstudienberater/in:	Dr.-Ing. Christian Koch Institut für Luftfahrtantriebe Tel.: 0711 685 63524 E-Mail: christian.koch@ila.uni-stuttgart.de
Stundenplanverantwortliche/r:	Dr. rer. nat. Michael Reyle Luft- und Raumfahrttechnik und Geodäsie Tel.: 0711 - 685 60601 E-Mail: michael.reyle@f06.uni-stuttgart.de

Inhaltsverzeichnis

19 Auflagenmodule des Masters 13

12120 Grundlagen der Thermodynamik 1 für LRT 14
12130 Strömungslehre I 16
17220 Höhere Mathematik 3 (vertieft) 18
21410 Luftfahrttechnik und Luftfahrtantriebe 20
61130 Konstruktionslehre I (LRT) 22
61220 Raumfahrt 24
72760 Flugmechanik und Luftfahrtsysteme I 25

100 Wahlpflichtmodule 27

40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT 28
43970 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I 30
43980 Luftfahrttriebwerke und Verbrennung 32
47380 Raumfahrttechnik I 34
57180 Regelung und Systementwurf 35
71780 Strukturdynamik 37

200 Wahlmodule 39

210 Spezialisierungsrichtungen 40
211 Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT 41
37090 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung 42
40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT 45
44010 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt 47
44050 Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme 48
44070 Analytische Methoden 50
44260 Dimensionsanalyse 52
44310 Einführung in die Quantenmechanik und Spektroskopie 53
44330 Elastische/inelastische Lichtstreuung 54
44510 Grundlagen der Turbulenzmodellierung 55
44520 Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt 56
44550 Hyperschallströmung und -flug 57
44580 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme 59
44600 Kinetische Gastheorie 61
44640 Kompressible Strömungen I + II 63
44800 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen 64
44820 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik 67
44860 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen 68
45060 Reibungsbehaftete Hyperschallströmung 70
45070 Reibungsfreie Hyperschallströmung 71
45280 Thermodynamik der Gemische 72
45320 Turbulenz 73
45330 Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt 75
45670 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D 77
48680 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua 79
49580 Statik III 81
49590 Aeroelastizität I+II 83
49600 Aeroelastizität I 85
49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II) 86
49650 Finite Elemente III (Diskretisierung III) 88
49660 Nichtlineare Finite Elemente 90
50040 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I 92
57160 Strukturdynamik 94
57170 Einführung in die Finite Elemente Methode 96

57950 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung 98
68520 Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition 100
68530 Grenzschichtströmungsdynamik und -kontrolle 102
68540 Grenzschichtströmungen 104
69510 Einführung in die Charakterisierung und Anwendung poröser Medien in der Luft- und Raumfahrt 106
71780 Strukturdynamik 107
73440 Nonlinear Structural Dynamics 109
78990 Strukturdynamik-Programmierseminar 111
79150 Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen . 113
79160 Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode 115
212 Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT 117
37090 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung 118
40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT 121
44040 Analyse tropfendynamischer Prozesse 123
44110 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle 124
44170 CFD-Programmierseminar 125
44220 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit 126
44240 Digitale Strömungsvisualisierung 128
44270 Discontinuous-Galerkin-Verfahren 130
44320 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie 132
44370 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik 134
44660 Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren 136
44800 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen 137
44840 Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation 140
44850 Messverfahren des Wärmetransports 143
44910 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen 145
44940 Numerische Verbrennungssimulation 147
45000 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren 149
45210 Strömungsmesstechnik 150
45220 Strömungsmesstechnik und Visualisierung 151
45320 Turbulenz 153
45340 Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen 155
45670 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D 157
48380 Messtechnik in der Luft- und Raumfahrttechnik 159
49610 Modellbildung für Finite Elemente I + II 161
49620 Modellbildung für Finite Elemente I 163
49630 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden 165
49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II) 167
49650 Finite Elemente III (Diskretisierung III) 169
49660 Nichtlineare Finite Elemente 171
49670 Seminar Angewandte Finite Elemente 173
50040 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I 175
51620 Hochtemperatur-Messtechnik 177
52020 Turbulence in Aerospace Engineering 179
57160 Strukturdynamik 181
57170 Einführung in die Finite Elemente Methode 183
68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden 185
70050 Numerische Strömungsmechanik 187
70060 Simulation verdünnter Gase und Plasmen 189
71780 Strukturdynamik 190
73440 Nonlinear Structural Dynamics 192
78990 Strukturdynamik-Programmierseminar 194
79150 Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen . 196
79160 Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode 198
213 Informationstechnik in der LRT 200
2130 Anerkennung 6LP 201
43070 Verkehrstelematik 202

43160 Mustererkennung und Optimierung 204
44120 Art of Science of Systems Architecting 206
44230 Digitale Bildverarbeitung 208
44240 Digitale Strömungsvisualisierung 210
44250 Digitaler Produktentwurf 212
44280 Effizient programmieren 214
44360 Spezielle Methoden der Systemtechnik 215
44590 Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse 217
44690 Konzeption von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen 218
44700 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt 220
44790 Lineare Schätzverfahren 222
44880 Nichtlineare Optimierung 224
44950 Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik 226
44960 Optimierung und Optimalsteuerung 228
45090 Robuste Regelung 230
45160 Seminar Entwurfssprachen 232
45180 Methoden der Sicherheitsanalyse 234
45190 Softwaretechnik 235
45430 Wissensverarbeitung und Softcomputing 237
51970 Moderne Methoden der Regelungstechnik 239
67470 Seminar Systems Architecting 241
68360 Nichtlineare Regelung 243
214 Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT 244
39460 Carbon Composites Trainee-Programm 245
44200 Composites modelling 247
44370 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik 248
44390 Faserverbundseminar 250
44650 Konstruieren mit Keramik 251
44730 Leichtbau I 252
44740 Leichtbau I, II 254
44770 Leichtbauseminar 256
44800 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen 257
44810 Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen 260
45270 Technologie- und Dimensionierungsgrundlagen für Bauteile aus Faserkunststoffverbund (FKV) 261
45300 Tragwerksoptimierung 263
45390 Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt 265
45400 Werkstofftechnik metalllischer Werkstoffe 267
45450 Werkstoffe und Verfahren für Antriebe der Luft- und Raumfahrt 269
45680 Optimale Tragwerksauslegung 270
48680 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua 273
49630 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden 275
50040 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I 277
57160 Strukturdynamik 279
57170 Einführung in die Finite Elemente Methode 281
69510 Einführung in die Charakterisierung und Anwendung poröser Medien in der Luft- und Raumfahrt 283
71780 Strukturdynamik 284
71940 Additive Fertigungsverfahren 286
77780 Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials 287
79150 Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen . 288
79160 Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode 290
215 Flugführung und Systemtechnik in der LRT 292
36370 Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen 293
40840 Flugregelung 294
44060 Integrierte Modulare Avionik und Entwicklungsprozess 295
44080 Angewandte Luftfahrtsysteme 297
44090 Angewandte Luftfahrtsysteme I 299

44100 Angewandte Luftfahrtsysteme II 300
44140 Autoflight und Air Traffic Management 301
44360 Spezielle Methoden der Systemtechnik 302
44430 Flugmechanik und Flugregelung von Hubschraubern 304
44440 Flugmesstechnik 305
44450 Flugregelungssysteme 306
44590 Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse 308
44620 Komplexe Avioniksysteme I 309
44630 Komplexe Avioniksysteme II 310
44780 Lenkverfahren 311
44830 Mechanische Systeme 313
44880 Nichtlineare Optimierung 315
44950 Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik 317
44960 Optimierung und Optimalsteuerung 319
45050 Regelung von Gasturbinen 321
45090 Robuste Regelung 322
45120 Satellitennavigation 324
45140 Schätzverfahren 326
45150 Schätzverfahren und Flugmesstechnik 328
45180 Methoden der Sicherheitsanalyse 330
45230 Integrierte Modulare Avionik 331
51970 Moderne Methoden der Regelungstechnik 332
57000 Aerobotics Seminar 334
57010 Human Factors Engineering in Flight Deck Design 335
57160 Strukturdynamik 336
57180 Regelung und Systementwurf 338
57190 Inertialnavigation 340
57970 Flugregelungsentwurf 342
58000 Systementwurf II 344
60170 Komplexe Avioniksysteme 345
68350 Digitale Regelung und Filterung 347
68360 Nichtlineare Regelung 348
71780 Strukturdynamik 349
216 Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen 351
12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie 352
2161 Leichtbau I, II 354
44730 Leichtbau I 355
44750 Leichtbau II 357
29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks 358
30880 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen 360
43970 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I 362
44020 Aerodynamik und Flugzeugentwurf II 364
44080 Angewandte Luftfahrtsysteme 366
44090 Angewandte Luftfahrtsysteme I 368
44100 Angewandte Luftfahrtsysteme II 369
44250 Digitaler Produktentwurf 370
44300 Einführung in die Hubschraubertechnik 372
44370 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik 373
44420 Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld 375
44460 Flugzeugentwurf II 377
44470 Flugzeugentwurfsseminar 378
44530 Hubschrauber-Aeromechanik 379
44540 Hubschraubertechnik 380
44610 Kleinsatellitenentwurf 381
44680 Konstruktive Aspekte von Flugzeugsystemen 383
44720 Lastannahmen 385
44730 Leichtbau I 386
44740 Leichtbau I, II 388

44770 Leichtbauseminar ... 390
44990 Profilentwurf ... 391
45290 Tragflügelaerodynamik ... 393
45300 Tragwerksoptimierung ... 395
45390 Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt ... 397
45680 Optimale Tragwerksauslegung ... 399
48680 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua ... 402
48710 Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung ... 404
49610 Modellbildung für Finite Elemente I + II ... 406
49620 Modellbildung für Finite Elemente I ... 408
49630 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden ... 410
49670 Seminar Angewandte Finite Elemente ... 412
57160 Strukturdynamik ... 414
57170 Einführung in die Finite Elemente Methode ... 416
71780 Strukturdynamik ... 418
72310 Roverentwicklung für Explorationsaufgaben ... 420
72320 Roversystemtechnik ... 422
77780 Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials ... 424
79180 Astronautics and Space Exploration ... 425
217 Antriebs- und Energiesysteme in der LRT ... 427
12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie ... 428
29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks ... 430
30880 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen ... 432
30890 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt ... 434
43980 Luftfahrttriebwerke und Verbrennung ... 436
44030 Wind Turbine Noise ... 438
44110 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle ... 440
44260 Dimensionsanalyse ... 441
44410 Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken ... 442
44520 Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt ... 444
44640 Kompressible Strömungen I + II ... 445
44670 Konstruktion von Flugtriebwerken ... 446
44850 Messverfahren des Wärmetransports ... 448
45050 Regelung von Gasturbinen ... 450
45200 Sonderkreisläufe und Gasturbinenprozesse ... 451
45310 Turbomachinery ... 453
45330 Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt ... 455
45340 Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen ... 457
45350 Wärmeübertragung in Turbomaschinen ... 459
45360 Wärmeübertragungsintensivierung ... 461
45380 Werkstoffe für Turbomaschinen ... 463
48690 Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke ... 465
48720 Wärmetransportprozesse ... 467
49030 Staustrahl- und Kombinationsantriebe ... 469
56290 Schaufelkühlungsauslegung ... 471
57940 Turboflugtriebwerke - Projekt ... 472
57950 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung ... 474
57960 Fluidenergiemaschinen ... 476
73440 Nonlinear Structural Dynamics ... 477
78990 Strukturdynamik-Programmierseminar ... 479
218 Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung ... 481
109 Raumfahrttechnik I ... 482
44150 Bahnmechanik für Raumfahrzeuge ... 483
44180 Chemische Raumfahrtantriebe I ... 485
44190 Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel ... 487
44340 Elektrische Raumfahrtantriebe ... 489
44350 Energiesysteme für die Raumfahrt ... 491
44600 Kinetische Gastheorie ... 493

44700 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt 495
44830 Mechanische Systeme 497
45120 Satellitennavigation 499
45130 Satellitenregelung 501
45410 Wiedereintrittstechnologie 503
48700 Weltraumstrahlung 505
56080 Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt 507
44150 Bahnmechanik für Raumfahrzeuge 510
44180 Chemische Raumfahrtantriebe I 512
44190 Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel 514
44340 Elektrische Raumfahrtantriebe 516
44350 Energiesysteme für die Raumfahrt 518
44380 Experimentelle Simulation des Wiedereintritts 520
44400 Fernerkundung 522
44600 Kinetische Gastheorie 524
44610 Kleinsatellitenentwurf 526
44700 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt 528
44830 Mechanische Systeme 530
44860 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen 532
44980 Plasmatechnik 534
45020 Raumfahrtinstrumente 536
45030 Raumfahrttechnik II 538
45040 Raumsonden 540
45100 Satellitenbetrieb 542
45120 Satellitennavigation 544
45130 Satellitenregelung 546
45260 Systemsimulation und Systemverifikation in der Satellitenentwicklung 548
45410 Wiedereintrittstechnologie 549
47380 Raumfahrttechnik I 551
48700 Weltraumstrahlung 552
56080 Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt 554
57160 Strukturdynamik 557
60190 Satelliteninstrumente I 559
60200 Satelliteninstrumente II 560
67410 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I 561
67420 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II 563
67460 Raumstationen - Entwurf, Systeme, Nutzung 565
67490 Unkonventionelle Raumfahrtantriebe 566
68370 Einführung in die Elektronik für Luft- und Raumfahrtingenieure 567
68560 Raketentreibstoffe I 569
68570 Raketentreibstoffe II 570
70040 Anwendungssatelliten 571
70060 Simulation verdünnter Gase und Plasmen 572
70070 Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop 573
71780 Strukturdynamik 575
72300 Fourieroptik und Spektroskopie 577
72310 Roverentwicklung für Explorationsaufgaben 579
72320 Roversystemtechnik 581
73540 Praktikum CubeSat Technik 583
78890 Kleinsatellitenentwurf 585
79180 Astronautics and Space Exploration 586
79180 Astronautics and Space Exploration 588
220 Ergänzungsmodule 590
12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie 594
29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks 596
30880 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen 598
30890 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt 600
36370 Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen 602

37090 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung 603
39460 Carbon Composites Trainee-Programm 606
40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT 608
40840 Flugregelung 610
43070 Verkehrstelematik 611
43160 Mustererkennung und Optimierung 613
43970 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I 615
43980 Luftfahrttriebwerke und Verbrennung 617
44010 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt 619
44020 Aerodynamik und Flugzeugentwurf II 620
44030 Wind Turbine Noise 622
44040 Analyse tropfendynamischer Prozesse 624
44050 Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme 625
44060 Integrierte Modulare Avionik und Entwicklungsprozess 627
44070 Analytische Methoden 629
44080 Angewandte Luftfahrtsysteme 631
44090 Angewandte Luftfahrtsysteme I 633
44100 Angewandte Luftfahrtsysteme II 634
44110 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle 635
44120 Art of Science of Systems Architecting 636
44140 Autoflight und Air Traffic Management 638
44150 Bahnmechanik für Raumfahrzeuge 639
44170 CFD-Programmierseminar 641
44180 Chemische Raumfahrtantriebe I 642
44190 Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel 644
44200 Composites modelling 646
44210 Deformationsanalyse 647
44220 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit 648
44230 Digitale Bildverarbeitung 650
44240 Digitale Strömungsvisualisierung 652
44250 Digitaler Produktentwurf 654
44260 Dimensionsanalyse 656
44270 Discontinuous-Galerkin-Verfahren 657
44280 Effizient programmieren 659
44300 Einführung in die Hubschraubertechnik 660
44310 Einführung in die Quantenmechanik und Spektroskopie 661
44320 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie 662
44330 Elastische/inelastische Lichtstreuung 664
44340 Elektrische Raumfahrtantriebe 665
44350 Energiesysteme für die Raumfahrt 667
44360 Spezielle Methoden der Systemtechnik 669
44370 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik 671
44380 Experimentelle Simulation des Wiedereintritts 673
44390 Faserverbundseminar 675
44400 Fernerkundung 676
44410 Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken 678
44420 Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld 680
44430 Flugmechanik und Flugregelung von Hubschraubern 682
44440 Flugmesstechnik 683
44450 Flugregelungssysteme 684
44460 Flugzeugentwurf II 686
44470 Flugzeugentwurfsseminar 687
44480 Geometrische Überwachung: Messung und Analyse 688
44510 Grundlagen der Turbulenzmodellierung 690
44520 Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt 691
44530 Hubschrauber-Aeromechanik 692
44540 Hubschraubertechnik 693
44550 Hyperschallströmung und -flug 694

44570 Industrielle Messtechnik 696
44580 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme 697
44590 Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse 699
44600 Kinetische Gastheorie 700
44610 Kleinsatellitenentwurf 702
44620 Komplexe Avioniksysteme I 704
44630 Komplexe Avioniksysteme II 705
44640 Kompressible Strömungen I + II 706
44650 Konstruieren mit Keramik 707
44660 Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren 708
44670 Konstruktion von Flugtriebwerken 709
44680 Konstruktive Aspekte von Flugzeugsystemen 711
44690 Konzeption von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen 713
44700 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt 715
44720 Lastannahmen 717
44730 Leichtbau I 718
44740 Leichtbau I, II 720
44770 Leichtbauseminar 722
44780 Lenkverfahren 723
44790 Lineare Schätzverfahren 725
44800 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen 727
44810 Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen 730
44820 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik 731
44830 Mechanische Systeme 732
44840 Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation 734
44850 Messverfahren des Wärmetransports 737
44860 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen 739
44880 Nichtlineare Optimierung 741
44910 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen 743
44940 Numerische Verbrennungssimulation 745
44950 Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik 747
44960 Optimierung und Optimalsteuerung 749
44980 Plasmatechnik 751
44990 Profilentwurf 753
45000 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren 755
45020 Raumfahrtinstrumente 756
45030 Raumfahrttechnik II 758
45040 Raumsonden 760
45050 Regelung von Gasturbinen 762
45060 Reibungsbehaftete Hyperschallströmung 763
45070 Reibungsfreie Hyperschallströmung 764
45090 Robuste Regelung 765
45100 Satellitenbetrieb 767
45120 Satellitennavigation 769
45130 Satellitenregelung 771
45140 Schätzverfahren 773
45150 Schätzverfahren und Flugmesstechnik 775
45160 Seminar Entwurfssprachen 777
45180 Methoden der Sicherheitsanalyse 779
45190 Softwaretechnik 780
45200 Sonderkreisläufe und Gasturbinenprozesse 782
45210 Strömungsmesstechnik 784
45220 Strömungsmesstechnik und Visualisierung 785
45230 Integrierte Modulare Avionik 787
45260 Systemsimulation und Systemverifikation in der Satellitenentwicklung 788
45270 Technologie- und Dimensionierungsgrundlagen für Bauteile aus Faserkunststoffverbund (FKV) 789
45280 Thermodynamik der Gemische 791

45290 Tragflügelaerodynamik 792
45300 Tragwerksoptimierung 794
45310 Turbomachinery 796
45320 Turbulenz 798
45330 Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt 800
45340 Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen 802
45350 Wärmeübertragung in Turbomaschinen 804
45360 Wärmeübertragungsintensivierung 806
45380 Werkstoffe für Turbomaschinen 808
45390 Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt 810
45400 Werkstofftechnik metalllischer Werkstoffe 812
45410 Wiedereintrittstechnologie 814
45430 Wissensverarbeitung und Softcomputing 816
45450 Werkstoffe und Verfahren für Antriebe der Luft- und Raumfahrt 818
45470 CFD Anwendungsseminar 819
45670 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D 821
45680 Optimale Tragwerksauslegung 823
46510 Industrielle Aerodynamik 826
47380 Raumfahrttechnik I 827
48380 Messtechnik in der Luft- und Raumfahrttechnik 828
48680 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua 830
48690 Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke 832
48700 Weltraumstrahlung 834
48710 Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung 836
48720 Wärmetransportprozesse 838
49030 Staustrahl- und Kombinationsantriebe 840
49580 Statik III 842
49590 Aeroelastizität I+II 844
49600 Aeroelastizität I 846
49610 Modellbildung für Finite Elemente I + II 847
49620 Modellbildung für Finite Elemente I 849
49630 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden 851
49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II) 853
49650 Finite Elemente III (Diskretisierung III) 855
49660 Nichtlineare Finite Elemente 857
49670 Seminar Angewandte Finite Elemente 859
50040 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I 861
50100 Ähnlichkeitsmechanik im Ingenieurwesen und in der künstlichen Intelligenz 863
51620 Hochtemperatur-Messtechnik 864
51630 Umweltaerodynamik 866
51970 Moderne Methoden der Regelungstechnik 868
52020 Turbulence in Aerospace Engineering 870
56080 Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt 872
56290 Schaufelkühlungsauslegung 875
57000 Aerobotics Seminar 876
57010 Human Factors Engineering in Flight Deck Design 877
57160 Strukturdynamik 878
57170 Einführung in die Finite Elemente Methode 880
57180 Regelung und Systementwurf 882
57190 Inertialnavigation 884
57940 Turboflugtriebwerke - Projekt 886
57950 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung 888
57960 Fluidenergiemaschinen 890
57970 Flugregelungsentwurf 891
58000 Systementwurf II 893
58410 Nachhaltige Energie- und Verkehrssysteme 894
58950 Composites und Leichtbau für Architekturanwendungen 896
600 Fachaffine Schlüsselqualifikationen 897

30010 Modellierung und Simulation in der Mechatronik 898
36060 Flugmedizin für Ingenieure 900
36550 Chemistry of the Atmosphere 902
39160 Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre 904
39840 Projektmanagement und System Engineering 906
39910 Projektseminar: Simulationstechnik - Statik 907
39960 Grundlagen der zerstörungsfreien Prüfung 909
40390 Hubschrauberseminar 910
41460 Projektseminar: Konstruktion - Luftfahrtantriebe 911
45460 Astronomie für Raumfahrt-Ingenieure 912
45480 Projektarbeit 913
50270 Modellreduktion in der Mechanik 915
51990 Statistik für Luft- und Raumfahrttechniker 917
52010 English for Aerospace Engineering 919
60540 Methoden der zerstörungsfreien Prüfung 921
61230 Einführung in die satellitengestützte Erdbeobachtung 923
61240 Versuchslabor in der Luft- und Raumfahrt 924
67330 Composites and Lightweight Design in Architecture 926
60170 Komplexe Avioniksysteme 928
60190 Satelliteninstrumente I 930
60200 Satelliteninstrumente II 931
67410 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I 932
67420 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II 934
67460 Raumstationen - Entwurf, Systeme, Nutzung 936
67470 Seminar Systems Architecting 937
67490 Unkonventionelle Raumfahrtantriebe 939
68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden 940
68360 Nichtlineare Regelung 942
68370 Einführung in die Elektronik für Luft- und Raumfahrtingenieure 943
68520 Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition 945
68530 Grenzschichtströmungsdynamik und -kontrolle 947
68540 Grenzschichtströmungen 949
68560 Raketentreibstoffe I 951
68570 Raketentreibstoffe II 952
69510 Einführung in die Charakterisierung und Anwendung poröser Medien in der Luft- und Raumfahrt 953
70040 Anwendungssatelliten 954
70050 Numerische Strömungsmechanik 955
70060 Simulation verdünnter Gase und Plasmen 957
70070 Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop 958
71780 Strukturdynamik 960
71900 Laser und Optoelektronik in der Luft- und Raumfahrt 962
71910 Seminar zu Mehrphasenströmungen 964
71940 Additive Fertigungsverfahren 965
72170 Regelung von Windenergieanlagen und Windparks 966
72300 Fourieroptik und Spektroskopie 968
72310 Roverentwicklung für Explorationsaufgaben 970
72320 Roversystemtechnik 972
73440 Nonlinear Structural Dynamics 974
73540 Praktikum CubeSat Technik 976
77780 Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials 978
78890 Kleinsatellitenentwurf 979
78990 Strukturdynamik-Programmierseminar 980
79180 Astronautics and Space Exploration 982

80640 Masterarbeit Luft- und Raumfahrttechnik 984

19 Auflagenmodule des Masters

Zugeordnete Module:

12120	Grundlagen der Thermodynamik 1 für LRT
12130	Strömungslehre I
17220	Höhere Mathematik 3 (vertieft)
21410	Luftfahrttechnik und Luftfahrtantriebe
61130	Konstruktionslehre I (LRT)
61220	Raumfahrt
72760	Flugmechanik und Luftfahrtsysteme I

Modul: 12120 Grundlagen der Thermodynamik 1 für LRT

2. Modulkürzel:	060700009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Weigand, Bernhard; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Auflagen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	HM I-II
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die Grundlagen der phänomenologischen Thermodynamik und die Hauptsätze der Thermodynamik, • können an ausgewählten Beispielen die Grundlagen auf luft- und raumfahrttypische Prozesse anwenden und die Ergebnisse bewerten, • sind in der Lage das Wissen sowohl für allgemeine Stoffe, als auch für den Spezialfall des idealen Gases anzuwenden.
13. Inhalt:	• Aufgabe der Thermodynamik und historische Entwicklung • Erster Hauptsatz der Thermodynamik (offene, geschlossene, bewegte Systeme) • Thermische und kalorische Zustandsgleichungen für reale Stoffe und ideale Gase • Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik (Perpetuum mobile, Clausiussche Aussage, Gleichgewicht, Entropie für beliebige Stoffe) • Phasenänderungsprozesse (Verdampfung, Kondensation) • Dritter Hauptsatz der Thermodynamik • Grundlagen der Kreisprozesse • Gasgemische (Gemische idealer Gase, Gemische mit realen Eigenschaften: feuchte Luft)
14. Literatur:	B. Weigand, J. Köhler, J. von Wolfersdorf: Thermodynamik kompakt, 3. Auflage, Springer, 2013 B. Weigand, J. Köhler, J. von Wolfersdorf: Thermodynamik kompakt - Formeln und Aufgaben, Springer, 2013
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 121202 Übung Thermodynamik LRT • 121201 Vorlesung Thermodynamik LRT
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Thermodynamik I, Vorlesung: 105 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 63 h) Thermodynamik I, Übungen: 63 h (Präsenzzeit 21 h, Selbststudium 42 h) Thermodynamik I, Seminar (freiwillig): 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Gesamt: 168 h (Präsenzzeit 63 h, Selbststudium 105 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	12121 Grundlagen der Thermodynamik 1 für LRT (LBP), Schriftlich, 150 Min., Gewichtung: 1 Studienleistung: studienbegleitende Tests

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:	Klassische Form der Stoffvermittlung in der Vorlesung. Der Vorlesungsstoff wird in Übungen vertieft. Zur Erfolgskontrolle dienen studienbegleitende Tests.
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 12130 Strömungslehre I

2. Modulkürzel:	060100009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ewald Krämer
9. Dozenten:	Ewald Krämer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Auflagen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	HM I-III, Physik und Grundlagen der Elektrotechnik, Technische Mechanik I-II
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die relevanten physikalischen Größen, die die Eigenschaften, Strömungszustände und Zustandsänderungen von Fluiden beschreiben • können die fundamentalen Zusammenhänge und Abhängigkeiten dieser phys. Größen für einfache Strömungsvorgänge, sowie strömungsphänomenologische Besonderheiten inkompressibler Strömungen erkennen und beschreiben • kennen die drei fundamentalen Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik und deren Gültigkeitsbereiche sowie die zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien • kennen die aus den allg. Gleichungen für Massen- und Impulserhaltung abgeleiteten Näherungsbeziehungen und die Annahmen, die zur den jeweiligen Vereinfachungen geführt haben • sind in der Lage, einfache inkompressible Strömungsprobleme zu berechnen, indem sie abschätzen, welche Näherungen/ Annahmen getroffen werden können, die passenden Gleichungen auswählen und diese auf das Strömungsproblem anwenden. • sind in der Lage, dank des erworbenen physikalischen Verständnisses, Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und auf Plausibilität zu überprüfen.
13. Inhalt:	• Einführung in die Strömungslehre: Grundbegriffe, Definitionen, Eigenschaften von Fluiden, Zustandsgrößen und Zustands-änderungen, math. Grundlagen • Hydrostatik und Aerostatik • Grundlagen der Fluiddynamik: Eulersche und Lagrangesche Betrachtungsweise, substantielle Ableitung, Darstellungsformen • Herleitung der Erhaltungssätze für Masse und Impuls: Integrale und differentielle Form, Stromfaden und Stromröhre, Reynoldssches Transporttheorem • Anwendung der Erhaltungssätze für inkompressible Fluide an konkreten Beispielen • Impulssatz für reibungsfreie Strömung: Herleitung der Eulergleichungen, Herleitung und Anwendung der Bernoulligleichung

	• Impulssatz für reibungsbehaftete Strömungen: Herleitung der Navier-Stokes-Gleichungen, Lösungen für lineare Fälle, Ahnlichkeitstheorie, Grenzschichtgleichungen, laminare Plattengrenzschicht • Turbulente Strömungen: Umschlag laminar / turbulent, Herleitung der Reynoldsgleichungen, mittlere Geschwindigkeitsverteilung in Wandnähe, turbulente Plattengrenzschicht • Rohrströmung mit Verlusten • Strömungsablösung • Technische Anwendungen: Diffusor, Düse, Krümmer
14. Literatur:	• Anderson, J.D.: Fundamentals of Aerodynamics, McGraw-Hill, 2001 • Krause, E.: Strömungslehre, Gasdynamik und Aerodynamisches Labor, Teubner, 2003 • Kuhlmann, H.: Strömungsmechanik, Pearson Studium, 2007 • White, F.M.: Fluid Mechanics, 6. Aufl., McGraw-Hill, 2008 • Schlichting, H.: Grenzschichttheorie, 8. Aufl., Braun, 1982 • Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik, 2 Bände, Springer, 1980 • Nitsche, W., Brunn, A.: Strömungsmesstechnik, 2. Aufl., Springer, 2006 • Skript, Foliensatz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 121303 Tutorium Strömungslehre I • 121302 Vortragsübungen Strömungslehre I • 121301 Vorlesung Strömungslehre I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 55h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 125h Gesamt: 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	12131 Strömungslehre I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 (40 min Kurzfragen ohne Hilfsmittel, 80 min Aufgaben mit Hilfsmitteln)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Overhead-Projektor, Visualizer, Kurzvideos, praktische Versuche.
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 17220 Höhere Mathematik 3 (vertieft)

2. Modulkürzel:	080410502	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	7	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Markus Stroppel
9. Dozenten:	Dozenten der Mathematik
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Auflagen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	HM 1 / 2
12. Lernziele:	Die Studierenden • verfügen über grundlegende Kenntnisse zu den Themenbereichen Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Fourierreihen und Integraltransformationen, partielle Differentialgleichungen, sowie Stochastik. • sind in der Lage, die behandelten Methoden selbstständig, sicher, kritisch, korrekt und kreativ anzuwenden. • besitzen die mathematische Grundlage für das Verständnis quantitativer Modelle aus den Ingenieurwissenschaften. • können sich mit Spezialisten aus dem ingenieurs- und naturwissenschaftlichen Umfeld über die benutzten mathematischen Methoden verständigen.
13. Inhalt:	**Integralrechnung für Funktionen von mehreren Veränderlichen:** Gebietsintegrale, iterierte Integrale, Transformationssätze, Integralsätze von Stokes und Gauß **Stochastik:** Zufallsexperimente und Wahrscheinlichkeitsmodelle, Zufallsgrößen, diskrete Verteilungen, bedingte Wahrscheinlichkeiten und Unabhängigkeit **Gewöhnliche Differentialgleichungen:** Existenz- und Eindeutigkeitssätze, einige integrierbare Typen, Systeme linearer Differentialgleichungen (Fundamentalsystem, spezielle und allgemeine Lösung), Anwendungen. **Fourierreihen und Integraltransformationen:** Fourierreihen, Fouriertransformation. **Partielle Differentialgleichungen:** Beispiele, Klassifikation partieller Differentialgleichungen, Transport, Diffusion, Anwendungen.
14. Literatur:	• A. Hoffmann, B. Marx, W. Vogt: Mathematik für Ingenieure 1, 2. Pearson Studium. • K. Meyberg, P. Vachenauer: Höhere Mathematik 1, 2. Springer. • G. Bärwolff: Höhere Mathematik. Elsevier. • W. Kimmerle: Analysis einer Veränderlichen, Edition Delkhofen. • W. Kimmerle: Mehrdimensionale Analysis, Edition Delkhofen. • Mathematik Online: www.mathematik-online.org.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 172201 Vorlesung HM 3

	• 172202 Gruppenübungen HM 3 • 172203 Vortragsübungen HM 3
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 98 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 172 h Gesamt: 270 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	17221 Höhere Mathematik 3 mit Einführung in die Statistik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Vorleistungen: Scheinklausuren
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Beamer, Tafel, persönliche Interaktion
20. Angeboten von:	Institute der Mathematik

Modul: 21410 Luftfahrttechnik und Luftfahrtantriebe

2. Modulkürzel:	060400003	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Stephan Staudacher Andreas Strohmayer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Auflagen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	-
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen Überblick über die wesentlichen Meilensteine in der Geschichte des Flugzeugbaus sowie über künftige Herausforderungen im Flugzeugentwurf. Sie kennen das Fluggerät mi seinem Entwicklungsprozess, können es mit seinen Wechselwirkungen im Luftfverkehrssystem einordnen und verstehen die für den Flugzeugentwurf relevanten Grundlagen der Flugphysik. Den Studierenden kennen die wichtigsten Konzepte für luftatmende Antriebe und können diese kategorisieren Die Studierenden sind in der Lage den Gesamtwirkungsgrad der einzelnen Antriebsarten in sinnvolle Wirkungsgradkategorien zu unterteilen Die Studierenden verstehen die Vor- und Nachteile von Einstrom- und Nebenstromtriebwerken, sowie von Triebwerken mit sehr hohen Nebenstromverhältnissen (Ultra High Bypass Ratio Konzepte) Die Studierenden kennen die aktuell diskutierten Antriebskonzepte für die nahe und mittelfristige Zukunft Die Studierenden kennen den grundsätzlichen mechanischen Aufbau moderner Turboflugtriebwerke Die Studierenden sind in der Lage Zyklusrechnungen mit halbidealem Gas durchzuführen Die Studierenden verstehen die Wirkungsweise von Verdichtern und Turbinen als auch deren Unterschiede Die Studierenden können Mittelschnittsrechnungen von Verdichtern und Turbinen durchführen
13. Inhalt:	Luftfahrttechnik: Nach einer Einleitung über die Geschichte der Luftfahrt werden folgende Themen behandelt: Das Luftverkehrssystem, das Fluggerät und sein Entwicklungsprozess, Bewertungskriterien der Airlines im Flugbetrieb und Wechselwirkungen des Fluggeräts im Flughafenumfeld, für den Flugzeugentwurf relevante Grundlagen der Aerodynamik, Flugmechanik, Flugeigenschaften und Flugantriebe. Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen Grundprinzipien der Vortriebserzeugung Grundprinzipien der Energiewandlung in Gasturbinen Nebenstromtriebwerk und Moderne Antriebssysteme Wirkungsweise von Verdichtern und Turbinen

	Geschwindigkeitsdreiecke und Ts-Diagramme Eulersche Turbomaschinengleichung Grundprinzipien des mechanischen Aufbaus Im freiwilligen Tutorium werden die Inhalte der Vorlesung ``Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen'' mit der Unterstützung von Tutoren im Selbststudium vertieft. Hierzu werden ausgewählte Übungsaufgaben zur Verfügung gestellt und selbstständig bearbeitet. Die Tutoren stehen für etwaige Rückfragen zur Verfügung.
14. Literatur:	Introduction to Aeronautical Engineering: P { margin-bottom: 0.21cm; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 0); widows: 2; orphans: 2; } C.-C. ROSSOW, K. WOLF, P. HORST: Handbuch der Luftfahrzeugtechnik D. SCHMITT, V. GOLLNICK: Air Transport System M. NIU: Airframe Structural Design D. ANDERSON: Fundamentals of Aerodynamics H. SCHLICHTING / E.A. TRUCKENBRODT: Aerodynamik des Flugzeuges G. BRÜNING / X. HAFER / G. SACHS: Flugleistungen: Grundlagen, Flugzustände, Flugabschnitte P { margin-bottom: 0.21cm; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 0); widows: 2; orphans: 2; } H.G. MÜNZBERG: Flugantriebe: Grundlagen, Systematik und Technik der Luft- und Raumfahrtantriebe Aircraft Propulsion Systems and Turbomachinery: P { margin-bottom: 0.21cm; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 0); widows: 2; orphans: 2; } H.G. MÜNZBERG: Flugantriebe: Grundlagen, Systematik und Technik der Luft- und Raumfahrtantriebe Küchemann, Weber: Aerodynamics of Propulsion Traupel: Thermische Turbomaschinen, Bd. 1 &;; Bd. 2
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 214104 Vorlesung Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen • 214106 Tutorium Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen • 214105 Übung Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen • 214102 Übung Luftfahrttechnik • 214101 Vorlesung Luftfahrttechnik • 214103 Übung Luftfahrttechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180h (56h Präsenzzeit, 124h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 21411 Luftfahrttechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • 21412 Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Fragenteil: 60 min, ohne Hilfsmittel Pause 15 min Aufgabenteil: 60 min, alle Hilfsmittel, außer Laptop, Tablet und Handy
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Luftfahrttechnik: PowerPoint, Tafel, Kurzvideos, Live Tutorials. Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen: Tafel, Beamer (Power Point und Filme), Experiment.
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 61130 Konstruktionslehre I (LRT)

2. Modulkürzel:	060300013	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	10	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Jan-Michael Pfaff Stefan Baehr
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Auflagen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Einführung in die Festigkeitslehre
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage • aufgrund des geschulten Vorstellungsvermögens technische Zusammenhänge darzustellen, • technische Zeichnungen zu lesen und per Handskizze und CAD anzufertigen, • dreidimensionale Freiformflächen mit Verschneidungslinien und Durchdringungen darzustellen, • Grundlagen der Konstruktionslehre anhand typischer Verbindungselemente und Wellen zu verstehen, zu berechnen und anzuwenden, • spezielle Konstruktionsweisen der Luftfahrttechnik (z.B. hinsichtlich Bolzen- u. Augenverbindungen) anzuwenden.
13. Inhalt:	Darstellungstechnik I • Schnellkurs im normgerechten technischen Zeichnen: • Geschichte/Normung, Darstellung (Schnitt, Bruch, ...), • Maßeintragungen, Oberflächenzeichen und Wortangaben, Sinnbilder (Schrauben, Niete, ...), • Toleranzen und Passungen Konstruktionslehre : • Entscheidungsverfahren im Konstruktionsprozess, • Anwendung von Normen, Passungssysteme, • Konstruktionsphilosophien (fail safe, safe life, damage tolerance), • Nachweise und Festigkeitsberechnung in der Luftfahrt und im Maschinenbau, Verbindungselemente: • Bauweisen, Anwendung, sowie Auslegung und Berechnung von Niet-, Bolzen-, Schraub-, Schweiß und Klebverbindungen • Auslegung und Berechnung von Wellen, Festigkeitshypothesen und Gestaltfestigkeit, Federn. • Bauweisen, Gestaltung und Auslegung von Gleit- und Wälzlager, Welle-Nabe-Verbindungen, Kupplungen und Zahnradgetriebe, Entwicklungsprozesse, Korrosion und Korrosionsschutz
14. Literatur:	Darstellungstechnik I: Darstellungstechnik und CAD I - Begleitmaterial zur Vorlesung, IFB Uni Stuttgart, 2008

	Hoischen, Hesser: Technisches Zeichnen, Cornelsen Verlag, 30. Auflage 2005 Klein: Einführung in die DIN-Normen, G.B. Teubner Verlag, 13. Auflage, 2001 Konstruktionselemente I + II - Vorlesungs-Manuskript zum Herunterladen - Übungs-Manuskript zum Herunterladen - Lehrbuch: Roloff/Matek, Maschinenelemente, Viehweg-Verlag - Arbeitsblätter für Gruppen-/ Einzelarbeit Ergänzende Literatur: Berthold Schlecht: Maschinenelemente 1: Festigkeit, Wellen, Verbindungen, Federn, Kupplungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 611301 Vorlesung Darstellungstechnik I • 611302 Übung Darstellungstechnik I • 611303 Vorlesung Konstruktionselemente • 611304 Übung Konstruktionselemente • 611305 Seminar Konstruktionselemente
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	270 h (114 h Präsenzzeit, 156 h Selbststudium) Darstellungstechnik Präsenzzeit: 35h Selbststudium: 56h Konstruktionselemente: Präsenzzeit: 79h Seminar (freiw.): 34h Selbststudium: 66h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 61131 Konstruktionslehre I (LRT) (PL), Schriftlich, Gewichtung: 66 • 61132 Darstellungstechnik I (BSL), Sonstige, Gewichtung: 33 Benotete Studienleistung Darstellungstechnik: Erstellen einer technischen Zeichnung Prüfungsleistung Konstruktionslehre I: Fragenteil: 60 min keine Hilfsmittel Rechenteil: 150min (zugl. Hilfsmittel: Literatur, schriftliche Unterlagen, Taschenrechner (auch programmierbar))
18. Grundlage für ... :	Konstruktionslehre II
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Windenergie

Modul: 61220 Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060500030	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Auflagen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Physik und Grundlagen der Elektrotechnik
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen Raumtransportsysteme (Träger, Satelliten, Eintrittsfahrzeuge) und können einfache Systeme selbst berechnen (Antriebsvermögen). Die Studierenden sind außerdem in der Lage den Treibstoffbedarf und die Dauer einer Raumfahrtmission abzuschätzen. Die Studierenden sind in der Lage, einfache bahnmechanische Beziehungen anzuwenden und damit Satellitenorbits zu berechnen bzw. zu beurteilen. Ebenso können sie die wichtigsten Raumflugmanöver berechnen. Weiterhin besitzen sie Grundkenntnisse über die Vorgänge in thermischen Raketen und können die Expansionsströmung in diesen vereinfacht berechnen. Die Studierenden haben einen Überblick über die Anforderungen der Lage- und Bahnregelung an die Antriebssysteme und über die Umweltfaktoren im Weltraum.
13. Inhalt:	Raketengleichung und Stufenauslegung, Orbitmechanik und Keplergesetze, atmosphärische, planetare und interplanetare Bahnmanöver, Antriebsbedarf und Antriebssysteme für die Raumfahrt, Orbitalsysteme (Satelliten und Raumstationen), Umweltfaktoren, Thermische Raketen und zugehörige vereinfachte Beschreibung der Expansionsvorgänge, Komponenten von Antriebssystemen, elektrische Raumfahrtantriebe, Anforderungen der Lage- und Bahnregelung an Antriebssysteme.
14. Literatur:	Skripte / Übungsblätter, Vortragsfolien Lehrbuch: Messerschmid, E., Fasoulas, S., "Raumfahrtsysteme - Eine Einführung mit Übungen und Lösungen", ISBN 978-3-642-12817-2, 4. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 612201 Vorlesung Raumfahrt • 612202 Übung Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (84 h Präsenzzeit, 96 h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	61221 Raumfahrt (PL), Schriftlich, 180 Min., Gewichtung: 1 Teil A (Kurzfragen): 30 Minuten Teil B (Aufgaben): 150 Minuten Hilfsmittel siehe Aushang Institut
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 72760 Flugmechanik und Luftfahrtsysteme I

2. Modulkürzel:	060200010	5. Moduldauer:	Dreisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Auflagen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Flugmechanik: Die Studierenden sind in der Lage Modelle der Flugzeugbewegung zu bilden mit der Komplexität, die der jeweiligen Anwendung angemessen ist,das Bewegungsverhalten bzgl. Stabilität, Eigendynamik usw. zu analysieren,Flugsimulationsprogramme zu verstehen, entwerfen und zu modifizieren. Luftfahrtsysteme I: Die Studierenden kennen die Grundlagen von Avionikrechnern (simplex).
13. Inhalt:	Flugmechanik: Koordinatensysteme und Transformationen Herleitung verschiedener Bewegungsmodelle (nichtlinear, 6 Freiheitsgrade und 3 Freiheitsgrade) und Kriterien für deren Einsatz Aufbau von Flugsimulationen, Initialisierung und Parametrisierung Berechnung von stationären Flugzuständen Linearisierung der Bewegungsmodelle mit 6 Freiheitsgraden Analyseverfahren und Analyse der Bewegungsgleichungen im Zeitbereich Luftfahrtsysteme I: Grundlagen der Avionik (simplex) Charakteristische Hardware- und Software-Architektur der Avionik Bussysteme der Avionik Signalverarbeitung Funktion und Architektur avionikrelevanter Echtzeitbetriebssysteme
14. Literatur:	Flugmechanik: Fichter, Grimm. Flugmechanik. Shaker-Verlag, Aachen, 2009. Stevens, Lewis. Aircraft Control and Simulation, 2nd Edition. Wiley, 2003. Brockhaus. Flugregelung. Springer, 1994 Vortragsfolien, Vortragsübungen und Matlab-Files im Netz. Luftfahrtsysteme I:

	M. Lehmann. Skriptum Michael Barr. Programming Embedded Systems in C and C++ John Catsoulis. Designing Embedded Hardware, 2002. Brinkschulte. Echtzeitsyteme Zöbel. Echtzeitsysteme Gundlagen und Planung
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 727601 Vorlesung Flugmechanik • 727602 Übung Flugmechanik • 727603 Vorlesung Luftfahrtsysteme I • 727604 Übung Luftfahrtsysteme I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180h (70h Präsenzzeit, 110h Selbststudium) Vorlesung Flugmechanik (28h Präsenzzeit, 44h Selbststudium) Übung Flugmechanik (7h Präsenzzeit, 11h Selbststudium) Vorlesung Luftfahrtsysteme I (28h Präsenzzeit, 44h Selbststudium) Übung Luftfahrtsysteme I (7h Präsenzzeit, 11h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72761 Flugmechanik und Luftfahrtsysteme I (PL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

100 Wahlpflichtmodule

Zugeordnete Module:
- 40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT
- 43970 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I
- 43980 Luftfahrttriebwerke und Verbrennung
- 47380 Raumfahrttechnik I
- 57180 Regelung und Systementwurf
- 71780 Strukturdynamik

Modul: 40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT

2. Modulkürzel:	060100010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz Bernhard Weigand
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	MatLab-Kenntnisse, Kenntnisse in der numerische Mathematik für Ingenieure, wie sie im Rahmen des Moduls Numerische Simulation (060100001) des Bachelor-Studienganges Luft- und Raumfahrttechnik erworben werden.
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Lösungseigenschaften der verschiedenen mathematischen Modelle, die in der Luft- und Raumfahrttechnik auftreten. Sie kennen Methoden, um diese Modelle in Spezialfällen zu vereinfachen und können diese einsetzen, um einfache analytische Lösungen abzuleiten. Die Studierenden besitzen einen Überblick über die numerischen Verfahren, die in Rechenprogrammen für Probleme der Luft- und Raumfahrttechnik benutzt werden und kennen deren Eigenschaften. Sie können diese in vereinfachten Situationen auch in Rechenprogramme umsetzen. Sie können diese validieren und Simulationen ausführen. Die Studierenden sind in der Lage, die numerischen Ergebnisse eines Rechenprogramms hinsichtlich Qualität und Genauigkeit zu beurteilen.
13. Inhalt:	Es werden Grundlagen der mathematischen Modellierung und der Methoden der angewandten Mathematik behandelt, insbesondere mit dem Ziel der Berechnung von Lösungen von partiellen Differenzialgleichungen. Die Grundlagen umfassen hier Dimensionsanalyse, Störungsrechnung, mathematische Modellierung mit Differenzialgleichungen, Lösungsansätze für einfache partielle Differenzialgleichungen, Fourier Reihen und Transformation, Separationsansätze, Erhaltungsgleichungen. Aufbauend auf den Grundlagen der numerischen Mathematik werden die Prinzipien der Konstruktion numerischer Methoden erläutert. Die analytischen und numerischen Werkzeuge werden zur Bestimmung von Lösungen und Näherungslösungen eingesetzt, wie stationäre Wärmeleitungsprobleme, instationäre Diffusion und Wärmeleitung und Wellenausbreitung. Dabei werden Finite-Volumen-, Finite-Elemente- und Differenzen-Verfahren abgeleitet

	und angewandt. Die Übertragung der Methoden auf die Lösung von Strömungs- und Transportprozessen und Probleme in Statik und Dynamik wird behandelt und in Übungen und Übungsblättern praktisch ausgeführt.
14. Literatur:	Literatur: Munz, Westermann: Numerische Behandlung von gewöhnlichen und partiellen Differenzialgleichungen, Springer-Verlag B. Weigand, Analytical Methods for Heat Transfer and Fluid Flow Problems, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 400101 Vorlesung mit Übungen Analytische und numerische Methoden • 400102 Tutorium Analytische und numerische Methoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Analytische und numerische Methoden, Vorlesung: 120 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 64 h) Tutorium: 60h (Präsenzzeit 28h , Selbsstudium 32h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40011 Analytische und Numerische Methoden in der LRT (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 43970 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I

2. Modulkürzel:	060101001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Thorsten Lutz
9. Dozenten:	Thorsten Lutz Johannes Schneider Andreas Strohmayer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage Profilpolaren zu lesen und zu interpretieren und verstehen den Einfluss elementarer geometrischer Parameter auf die Profileigenschaften. • Sie kennen den Einfluss der Mach-Zahl auf die Umströmung und die aerodynamischen Eigenschaften von Profilen. • Die Studierenden verstehen den Einfluss des Grundrisses auf die aerodynamische Leistung und das Abreißverhalten von subsonischen Tragflügeln und können Berechnungsprogramme zur Auslegung von Tragflügeln anwenden. • Die Studierenden kennen Rahmenbedingungen und Ablauf einer Flugzeugentwicklung. • Sie kennen die im Flugzeugvorentwurf gängigen Verfahren und können Eingangsparameter wie Massenaufteilung, Flächenlast und Schubbelastung abschätzen. • Die Studierenden sind in der Lage, eine Flugzeugkonfiguration mit ihren Hauptkomponenten auszulegen und den Entwurf zu bewerten.
13. Inhalt:	**Flugzeugaerodynamik I:** • Reibungsfreie und reibungsbehaftete inkompressible Profilumströmung • Skelett-Theorie • Profilpolaren • Druck- und Neutralpunkt • Linearisierte Potentialgleichung • Ähnlichkeitsregeln für Unter- und Überschall • transsonische Profilumströmung • supersonische Profilumströmung • subsonische Tragflügelumströmung • Prandtl'sches Traglinienverfahren • Multhopp-Verfahren und Anwendungen

	• Einfluss des Grundrisses auf die Tragflügelaerodynamik **Flugzeugentwurf I:** • Technische und wirtschaftliche Voraussetzungen für eine Flugzeugentwicklung • Entwurfsmethodik und Phasen im Entwurfsprozess • Verfahren für den Vorentwurf • Wahl der Flugzeugkonfiguration und Auslegung der Hauptkompo-nenten: Rumpf, Tragflügel, Leitwerk, Steuerflächen, Antriebs- und Fahrwerksintegration • Entwurfsbewertung: Auftrieb und Widerstand, Massen und Schwerpunktslagen, Flugleistungen und Flugeigenschaften
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Übungsgblätter Graphisch interaktives Programm "AERO Anderson, J.D.: Fundamentals of Aerodynamics Anderson, J.D.: Modern Compressible Flow Schlichting, Truckenbrodt: Aerodynamik des Flugzeuges Raymer, D.P.: Aircraft Design: A Conceptual Approach Roskam, J.: Airplane Design Stinton, D.: The Anatomy of the Aeroplane Stinton, D.: The Design of the Aeroplane Torenbeek, E.: Synthesis of Subsonic Airplane Design
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 439701 Vorlesung Flugzeugaerodynamik I • 439702 Übung Flugzeugaerodynamik I • 439703 Vorlesung Flugzeugentwurf I • 439704 Übung Flugzeugentwurf I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugzeugaerodynamik I, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h) Flugzeugaerodynamik I, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h) Flugzeugentwurf I, Vorlesung+Übungen: 90h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 110 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	43971 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Aerodynamik und Flugzeugentwurf II
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Programmanwendungen
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 43980 Luftfahrttriebwerke und Verbrennung

2. Modulkürzel:	060400119	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Stephan Staudacher Manfred Aigner Uwe Riedel Peter Gerlinger
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Anwendung von Ähnlichkeitsparametern für Komponenten und ganze Gasturbinenanlagen ist verstanden. • Die mechanische und thermodynamische Kopplung der einzelnen Komponenten ist verstanden. • Das stationäre Betriebsverhalten verschiedenster Fluggasturbinen ist verstanden und kann in Beispielen angewandt werden. • Die daraus resultierende Vorgehensweise bei der Leistungsberechnung von Flugtriebwerken ist durchdrungen. • Das instationäre Betriebsverhalten von Gasturbinenanlagen kann an hand von Ähnlichkeitsparametern beschrieben werden. • Grundlegendes Verständnis von Verbrennungsvorgängen ist vorhanden • Erste quantitative Methoden zu Wärme- u. Stoffübertragung sind bekannt • Die Studierenden kennen die Haupteinsatzgebiete verschiedener gasförmiger und flüssiger Brennstoffe • Die Wirkketten bei der Schadstoffbildung können benannt werden • Die wesentlichen Konzepte der Chemischen Thermodynamik und Reaktionskinetik können benannt und erläutert werden
13. Inhalt:	Ähnlichkeitsparameter, stationäres und instationäres Betriebsverhalten Brennstoffe, Thermodynamik, Reaktionskinetik, Schadstoffbildung
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 439801 Vorlesung mit Übungen Turboflugtriebwerke • 439802 Vorlesung mit Übungen Einführung in die Verbrennung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Turboflugtriebwerke. Vorlesung + Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)

	Einführung in die Verbrennung, Vorlesung + Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56, Selbststudium 124)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	43981 Luftfahrttriebwerke und Verbrennung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 47380 Raumfahrttechnik I

2. Modulkürzel:	060500098	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Dozenten des Instituts
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Wahlpflichtmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul Raumfahrt (Modul.-Nr. 41520), B.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen weiterführenden Überblick der Subsysteme eines Raumfahrzeugs sowie der wichtigen weiteren Rahmenbedingungen für die Realisierung von Raumfahrtmissionen. Insbesondere können sie die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Missionsrandbedingungen (Umwelteinflüsse, Bahnmechanik), Missionsnutzlasten und Subsystemen einordnen. Schließlich kennen sie die zugehörigen Aspekte und die grundsätzliche Vorgehensweise bezüglich Weltraumqualifikation, Weltraumrecht, Projektmanagement und Bodenstationen.
13. Inhalt:	Überblick Entwurfskonzepte für Raumfahrzeuge, Auswirkungen Weltraumumgebung auf den Entwurf, bahnmechanische und antriebstechnische Aspekte, Subysteme von Raumfahrzeugen (Kommunikation, Strukturen und Materialien, Energieversorgung, Lageregelung, Lebenserhaltung, Thermalkontrolle, Wiedereintritt, etc.). Überblick Weltraumrecht, Projektmanagement und Weltraumqualifikation.
14. Literatur:	Vorlesungsunterlagen (werden zu Beginn bereitgestellt).
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 473801 Vorlesung Raumfahrttechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Raumfahrttechnik, Vorlesung und Übungen:180 h (Präsenzzeit:58 h, Selbststudium: 122 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	47381 Raumfahrttechnik I (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint-Präsentation, Tafel
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 57180 Regelung und Systementwurf

2. Modulkürzel:	060200110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter Reinhard Reichel Werner Grimm Philipp Luithardt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Mehrgrößenregelung:** Die Studierenden sind in der Lage, lineare Mehrgrößensysteme auf ihre Eigenschaften hin zu untersuchen (Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilität usw.) und spezielle Lösungen zu charakterisieren. Die Studierenden sind in der Lage, lineare Regler in Form von Zustandsvektorrückführungen nach verschiedenen Verfahren zu entwerfen und nicht messbare Zustandsgrößen mit verschiedenen Varianten linearer Beobachter zu schätzen. **Systementwurf I:** Die Studierenden auf Ihre Eigenschaften kennen die elementaren Grundlagen zur Auslegung fehlertoleranter Luftfahrtsysteme. Dazu gehören a) Systembereiche wie fehlertolerante Avionik, Sensorik, Aktuatorik, b) Funktionen bzgl. Anwendung und Management. Die Orientierung an einem Fly-by-Wire System soll den Anwendungsbezug verdeutlichen.
13. Inhalt:	**Mehrgrößenregelung:** • Eigenschaften linearer Mehrgrößensysteme (Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilität usw.) • Allgemeine und spezielle Lösung linearer Mehrgrößensysteme (z.B. für Sprungeingänge, Impulseingänge, sinusförmige Eingänge usw.) • Regelkreisstrukturen für verschiedene Regelziele (Stabilisierung bzw. Folgeregelung) • Entwurf von Zustandsvektorrückführungen mit verschiedenen Verfahren (Polvorgabe, modale Regelung, optimale Regelung) • Struktur und Entwurf linearer Beobachter (vollständig und reduziert) **Systementwurf I** • Herleiten grundlegender funktioneller und nichtfunktioneller Entwurfsanforderungen an ein Fly-by-Wire System

	• Ermitteln der Systemstruktur, Allokieren von Funktionen, Definieren der Systemgranularität, erstes "Safety Assessment • Grundlegende Ansätze zur Auslegung eines System-Managements zur fehlertoleranten Steuerung des Gesamtsystems, unterteilt in Rechner-,Sensor- und Aktuator-System-Management
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571801 Vorlesung Mehrgrößenregelung • 571802 Vorlesung Systementwurf • 571803 Übung Systementwurf 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Mehrgrößenregelung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Systementwurf, Vorlesung und Übungen: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 63 h, Selbststudium 117 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57181 Regelung und Systementwurf (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 71780 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060400403	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik		
12. Lernziele:	Die Studierenden ... kennen die technische Bedeutung mechanischer Schwingungen in der Luft- und Raumfahrttechnik. ... können mathematische Modelle für die Schwingungen einfacher Mehrkörpersysteme bilden. ... kennen die wesentlichen Erscheinungen der Strukturdynamik (insbes. Resonanz, Tilgung, dyn. Instabilität). ... können die Eigenschwingungen mechanischer Systeme berechnen und können deren besondere Eigenschaften für die Behandlung von Schwingungsproblemen ausnutzen. ... kennen die möglichen Auswirkungen von Dämpfungs-, Kreisel- und zirkulatorischen Kräften, sowie von Nichtlinearitäten. ... haben einen Überblick über die räumlich kontinuierliche und diskretisierte Beschreibung mechanischer Strukturen.		

13. Inhalt:	Motiviert anhand praxisnaher Fragestellungen werden die grundlegenden Vorgehensweisen der Strukturdynamik behandelt. Die wichtigsten Schwingungserscheinungen werden für ausgewählte Fallbeispiele analytisch erarbeitet und auf allgemeinere Systeme übertragen. Zur Veranschaulichung dienen passende Kurzvideos und kleine Versuche. Matlab-Programme zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente zu festigen. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • Vorgehensweisen zum systematischen Aufstellen von Bewegungsgleichungen mechanischer Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden. • Linearisierung von Bewegungsgleichungen, statische und dynamische Stabilität. • Freie und erzwungene Schwingungen linearer mechanischer Systeme • Berechnung von Eigenmoden von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden sowie einfacher Kontinua, modale Vorgehensweise zur Berechnung von Schwingungen. • Überblick zu den Vorgehensweisen der Diskretisierung, der Modellordnungsreduktion und der dynamischen Substrukturtechnik. • Kurze Einführung in die nichtlineare Strukturdynamik.
14. Literatur:	Aufschriebe, Folien, Matlab-Beispiele weiterführende Literatur: R. Gasch, K. Knothe, R. Liebich: Strukturdynamik, 2012 K. Magnus, K. Popp, W. Sextro: Schwingungen, Springer, 2013 R.R. Craig, A.J. Kurdila: Fundamentals of Strucutral Dynamics, Wiley, 2006
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717801 Vorlesung Strukturdynamik • 717802 Übung Strukturdynamik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h) Übung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71781 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

200 Wahlmodule

Zugeordnete Module:
210 Spezialisierungsrichtungen
220 Ergänzungsmodule

210 Spezialisierungsrichtungen

Zugeordnete Module:

211	Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT
212	Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT
213	Informationstechnik in der LRT
214	Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT
215	Flugführung und Systemtechnik in der LRT
216	Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen
217	Antriebs- und Energiesysteme in der LRT
218	Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung

211 Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT

Zugeordnete Module:

37090 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung
40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT
44010 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt
44050 Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme
44070 Analytische Methoden
44260 Dimensionsanalyse
44310 Einführung in die Quantenmechanik und Spektroskopie
44330 Elastische/inelastische Lichtstreuung
44510 Grundlagen der Turbulenzmodellierung
44520 Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt
44550 Hyperschallströmung und -flug
44580 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme
44600 Kinetische Gastheorie
44640 Kompressible Strömungen I + II
44800 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen
44820 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik
44860 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen
45060 Reibungsbehaftete Hyperschallströmung
45070 Reibungsfreie Hyperschallströmung
45280 Thermodynamik der Gemische
45320 Turbulenz
45330 Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt
45670 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D
48680 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua
49580 Statik III
49590 Aeroelastizität I+II
49600 Aeroelastizität I
49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II)
49650 Finite Elemente III (Diskretisierung III)
49660 Nichtlineare Finite Elemente
50040 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I
57160 Strukturdynamik
57170 Einführung in die Finite Elemente Methode
57950 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung
68520 Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition
68530 Grenzschichtströmungsdynamik und -kontrolle
68540 Grenzschichtströmungen
69510 Einführung in die Charakterisierung und Anwendung poröser Medien in der Luft- und Raumfahrt
71780 Strukturdynamik
73440 Nonlinear Structural Dynamics
78990 Strukturdynamik-Programmierseminar
79150 Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen
79160 Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode

Modul: 37090 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung

2. Modulkürzel:	060600110	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Michael Reck Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundzüge der Elastostatik, Finite Elemente
12. Lernziele:	Nichtlineare Finite Elemente Die Studierenden können mit geometrischen und werkstoffabhängigen Nichtlinearitäten umgehen und aus diesem Verständnis heraus mit nichtlinearen Aufgabenstellungen im Allgemeinen umgehen und diese grundsätzlich lösen. Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua Die Studierenden sind mit den Eigenheiten elastisch-plastischen Verhaltens metallischer Werkstoffe bei monotoner wie auch bei wechselnder Beanspruchung vertraut, und kennen die mathematischen Ansätze zu dessen Beschreibung. Sie wissen, die Festigkeitsreserven der plastischen Verformung bei der Bauteildimensionierung einzuschätzen. Sie kennen die grundlegenden Verfahren zur Lösung elastisch-plastischer Probleme und sind in der Lage in bestimmten Fällen analytische Ansätze zu erarbeiten. Sie sind vertraut mit der Tragfähigkeit elastisch-plastischer Systeme und beherrschen die Methoden zu deren Abschätzung bzw. Eingrenzung. Sie wissen über Versagen bzw. Anpassung des Tragwerks bei wechselnder Belastung Bescheid und können die Bedingungen für einen sicheren Einsatz festlegen. Sie beherrschen die grundlegenden Algorithmen elastisch-plastischer Berechnungen mit finiten Elementen, können das numerische Verhalten der Lösung wie Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit ergründen und interpretieren. Ebenso die numerische Lösung mit Hilfe des vermittelten theoretischen Hintergrunds.

	Sie kennen den Einfluss von der Temperatur sowie von der Zeit bei Werkstoffen mit viskosen Komponenten (Kriechen). Sie wissen über die Signifikanz von endlichen Formänderungen für die Bauteilstabilität. Sie sind mit der Modellierung von inelastischen Prozessen und mit deren numerischen Behandlung vertraut.
13. Inhalt:	Nichtlineare Finite Elemente • Lineare und nichtlineare Berechnung • Geometrische Nichtlinearitäten • Nichtlineares Material • Lagrangesche und Eulersche Formulierungen • Arbitrary Lagrangian Eulerian (ALE) • Lösungsmethoden und Stabilität (im-/explizit) • Ausgewählte Beispiele Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua • Stoffverhalten und mathematische Ansätze • Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua - Lösungsmethoden, Fallstudien • Tragfähigkeit und ihre Abschätzung - Traglasttheoreme • Wechselbelastung - Theorie der Anpassung • Numerische Berechnungsverfahren - Algorithmen, numerisches Verhalten • Einfluss von Temperatur und Zeit • Signifikanz endlicher Formänderungen - Bauteilstabilität • Modellierung und Simulation inelastischer Prozesse
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Literatur: H.R. Schwarz, Methode der finiten Elemente, B.G. Teubner Stuttgart K. J. Bathe, Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1986 J. T. Oden, Finite Elements of Nonlinear Continua, McGraw-Hill, 1972 T. Belytschko, W. K. Liu, B. Moran, Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley und Sons, 2000 M. A. Crisfield. Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Vol. 1:Essentials, John Wiley und Sons, 1997 H. Schade, K. Neemann. Tensoranalysis, De Gruyter, 2009 H. Altenbach. Kontinuumsmechanik,Springer-Verlag, 2012 I. Doltsinis, Elements of Plasticity - Theory and Computation, WIT Press Southampton 2000, 2nd edition 2010 I. Doltsinis, Large Deformation Processes of Solids, WIT Press Southampton 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 370901 Vorlesung Nichtlineare Finite Elemente • 370902 Vorlesung und Übung Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 58 h, Selbststudium 122 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	37091 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Visualizer, Tafelanschrieb, PowerPoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT

2. Modulkürzel:	060100010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz Bernhard Weigand
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	MatLab-Kenntnisse, Kenntnisse in der numerische Mathematik für Ingenieure, wie sie im Rahmen des Moduls Numerische Simulation (060100001) des Bachelor-Studienganges Luft- und Raumfahrttechnik erworben werden.
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Lösungseigenschaften der verschiedenen mathematischen Modelle, die in der Luft- und Raumfahrttechnik auftreten. Sie kennen Methoden, um diese Modelle in Spezialfällen zu vereinfachen und können diese einsetzen, um einfache analytische Lösungen abzuleiten. Die Studierenden besitzen einen Überblick über die numerischen Verfahren, die in Rechenprogrammen für Probleme der Luft- und Raumfahrttechnik benutzt werden und kennen deren Eigenschaften. Sie können diese in vereinfachten Situationen auch in Rechenprogramme umsetzen. Sie können diese validieren und Simulationen ausführen. Die Studierenden sind in der Lage, die numerischen Ergebnisse eines Rechenprogramms hinsichtlich Qualität und Genauigkeit zu beurteilen.
13. Inhalt:	Es werden Grundlagen der mathematischen Modellierung und der Methoden der angewandten Mathematik behandelt, insbesondere mit dem Ziel der Berechnung von Lösungen von partiellen Differenzialgleichungen. Die Grundlagen umfassen hier Dimensionsanalyse, Störungsrechnung, mathematische Modellierung mit Differenzialgleichungen, Lösungsansätze für einfache partielle Differenzialgleichungen, Fourier Reihen und Transformation, Separationsansätze, Erhaltungsgleichungen. Aufbauend auf den Grundlagen der numerischen Mathematik werden die Prinzipien der Konstruktion numerischer Methoden erläutert. Die analytischen und numerischen Werkzeuge werden zur Bestimmung von Lösungen und Näherungslösungen eingesetzt, wie stationäre Wärmeleitungsprobleme, instationäre Diffusion und Wärmeleitung und Wellenausbreitung. Dabei werden Finite-Volumen-, Finite-Elemente- und Differenzen-Verfahren abgeleitet

	und angewandt. Die Übertragung der Methoden auf die Lösung von Strömungs- und Transportprozessen und Probleme in Statik und Dynamik wird behandelt und in Übungen und Übungsblättern praktisch ausgeführt.
14. Literatur:	Literatur: Munz, Westermann: Numerische Behandlung von gewöhnlichen und partiellen Differenzialgleichungen, Springer-Verlag B. Weigand, Analytical Methods for Heat Transfer and Fluid Flow Problems, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 400101 Vorlesung mit Übungen Analytische und numerische Methoden • 400102 Tutorium Analytische und numerische Methoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Analytische und numerische Methoden, Vorlesung: 120 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 64 h) Tutorium: 60h (Präsenzzeit 28h , Selbsstudium 32h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40011 Analytische und Numerische Methoden in der LRT (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44010 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060110111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Manuel Keßler
9. Dozenten:	Manuel Keßler
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die wesentlichen aeroakustischen Phänomene, die Entstehung und Ausbreitung von Schall sowie experimentelle und simulative Möglichkeiten zur Analyse und Reduktion von Lärm
13. Inhalt:	Aeroakustische Phänomene Einführung in die Akustik Messtechnik Wellenakustik Ausbreitungsphänomene Aerodynamische Quellen Schallerzeugung und -abstahlung Simulationsverfahren
14. Literatur:	Skript "Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440101 Vorlesung mit Übungen Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44011 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik

Modul: 44050 Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme

2. Modulkürzel:	060700301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Weigand, Bernhard; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden können partielle Differenzialgleichungen einteilen und wissen welche Lösungsmethoden für welche Gleichung angewendet werden soll. • Die Studierenden können Separationsmethoden anwenden und können Eigenwertprobleme lösen. • Die Studierenden wissen wie man eine partielle DGL auf Ähnlichkeitslösungen hin überprüft und wie man diese dann bestimmt.
13. Inhalt:	• Einteilung von partiellen Differenzialgleichungen • Lösungsmethoden für lineare partielle Differenzialgleichungen (Separationsmethoden, Intergraltransformationen) • Allgemeine Eigenwertprobleme (Sturm-Liouville'sche Eigenwertprobleme) • Lösungsmethoden für nichtlineare partielle Diffferenzialgleichungen (Variablentransformation, Trennung der Variablen, Ähnlichkeitslösungen) • Störungsrechnung
14. Literatur:	B. Weigand, Analytical Methods for Heat Transfer and Fluid Flow Problems, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440501 Vorlesung Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme • 440502 Seminar Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme, Seminar: 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 105 h (42 h Präsenzzeit, 63 h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44051 Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Projektor, Tafel, Präsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44070 Analytische Methoden

2. Modulkürzel:	060700300	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Weigand, Bernhard; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gomaa, Hassan; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die verschiedenen Einheitensysteme. • Die Studierenden verstehen die Aussage des Pi-Theorems. • Die Studierenden können eine Dimensionsmatrix aufstellen und die dimensionslosen Gruppen bestimmen. • Die Studierenden wissen, wie man die Modelltheorie anwenden muss. • Die Studierenden wissen, was man unter einer Ähnlichkeitslösung versteht. • Die Studierenden können partielle Differenzialgleichungen einteilen und wissen welche Lösungsmethoden für welche Gleichung möglich ist. • Die Studierenden können Separationsmethoden anwenden und können Eigenwertprobleme lösen. • Die Studierenden wissen wie man eine partielle DGL auf Ähnlichkeitslösungen hin überprüft und wie man diese dann bestimmt.
13. Inhalt:	• Einheitensysteme, Dimensionsformel und Bridgeman-Gleichung • Buckingham (Pi) Theorem • Modelltheorie • Wahl des Basisgrößensystems • Ähnlichkeitslösungen • Einteilung von partiellen Differenzialgleichungen • Lösungsmethoden für lineare partielle Differenzialgleichungen (Separationsmethoden, Intergraltransformationen) • Allgemeine Eigenwertprobleme (Sturm-Liouville'sche Eigenwertprobleme) • Lösungsmethoden für nichtlineare partielle Diffferenzialgleichungen (Variablentransformation, Trennung der Variablen, Ähnlichkeitslösungen) • Störungsrechung
14. Literatur:	• V. Simon, B. Weigand, H. Gomaa: Dimensional Analysis for Engineers, Springer, 2017 • Kays, Crawford, Weigand: Convective Heat and Mass Transfer, McGraw Hill 2005

	• B. Weigand, Analytical Methods for Heat Transfer and Fluid Flow Problems, Springer-Verlag • J.H. Spurk, Dimensionsanalyse in der Strömungslehre, Springer-Verlag • H. Görtler, Dimensionsanalyse, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440704 Seminar Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme • 440701 Vorlesung Dimensionsanalyse • 440702 Seminar Dimensionsanalyse • 440703 Vorlesung Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dimensionsanalyse, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Dimensionsanalyse, Seminar (freiwillig): 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme, Seminar: 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 189 h (70 h Präsenzzeit, 119 h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44071 Analytische Methoden (PL), Schriftlich, 180 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44260 Dimensionsanalyse

2. Modulkürzel:	060700302	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Gomaa, Hassan; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die verschiedenen Einheitensysteme. • Die Studierenden verstehen die Aussage des Pi-Theorems. • Die Studierenden können eine Dimensionsmatrix aufstellen und die dimensionslosen Gruppen bestimmen. • Die Studierenden wissen, wie man die Modelltheorie anwenden muss. • Die Studierenden wissen, was man unter einer Ähnlichkeitslösung versteht.
13. Inhalt:	• Einheitensysteme • Dimensionsformel und Bridgeman-Gleichung • Buckingham (Pi) Theorem • Wahl des Basisgrößenssystems • Modelltheorie • Ähnlichkeitslösungen
14. Literatur:	• V. Simon, B. Weigand, H. Gomaa: Dimensional Analysis for Engineers, Springer, 2017 • J.H. Spurk, Dimensionsanalyse in der Strömungslehre, Springer-Verlag • H. Görtler, Dimensionsanalyse, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442601 Vorlesung Dimensionsanalyse • 442602 Seminar Dimensionsanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dimensionsanalyse, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Dimensionsanalyse, Seminar (freiwillig): 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 84 h (28 h Präsenzzeit, 56 h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44261 Dimensionsanalyse (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel, Präsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44310 Einführung in die Quantenmechanik und Spektroskopie

2. Modulkürzel:	060700304	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Dreizler, Andreas; Univ.-Prof. Dr.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die Unterschiede der Quantenmechanik zur klassischen Mechanik. • Die Studierenden kennen die Grundlagen der Spektroskopie. • Die Studierenden verstehen den mikroskopischen Aufbau der Materie. • Die Studierenden kennen spektroskopische Methoden.
13. Inhalt:	• Elektromagnetische Wellen - was ist Licht? • Grundlagen der Quantenmechanik - wo liegen die Unterschiede zur klassischen Mechanik? • Aufbau der Materie - Verstehen des mikroskopischen Aufbaus von Atomen und Molekülen • Wechselwirkung zwischen Licht und Materie - die Grundlage der Spektroskopie • Einige spektroskopische Methoden • Resonante Prozesse • Nicht-resonante Prozesse • Nicht-lineare Effekte
14. Literatur:	Gerd Wedler, Lehrbuch der Physikalischen ChemieVCH-Verlagsgesellschaft, J. Michael Hollas, Modern Spectroscopy, John Wiley und Sons
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443101 Vorlesung Einführung in die Quantenmechanik und Spektroskopie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44311 Einführung in die Quantenmechanik und Spektroskopie (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel, Präsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44330 Elastische/inelastische Lichtstreuung

2. Modulkürzel:	060700401	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Norbert Roth
9. Dozenten:	Roth, Norbert; Dr.-Ing. Zeh, Dietmar; Dr.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Prinzipien der geometrischen Optik. • Die Studierenden kennen die Grundlagen der elastischen Lichtstreuung. • Die Studierenden kennen die Grundlagen der inelastischen Lichtstreuung. • Die Studierenden verstehen und beherrschen die elastische Lichtstreuung an sphärischen Partikeln.
13. Inhalt:	• Partikel und Welleneigenschaften des Lichtes • Brechung, Reflexion, Beugung • Interferenzerscheinungen • Nichtlineare Streueffekte • Lichtstreuung an Tropfen, Mie-Theorie
14. Literatur:	Weiterführende und vertiefende Literatur: • E. Hecht: Optik, Addison and Wesley, 1989 • van der Hulst • Bohren and Huffman
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443301 Vorlesung Elastische/inelastische Lichtstreuung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44331 Elastische/inelastische Lichtstreuung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, Overhead-Projektor, Folienpräsentation, Labortermine
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44510 Grundlagen der Turbulenzmodellierung

2. Modulkürzel:	060700192	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Grazia Lamanna
9. Dozenten:	Lamanna, Grazia; Dr. Spring, Sebastian; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre, Thermodynamik
12. Lernziele:	Die Studenten kennen: • die theoretischen Grundlagen zur Beschreibung turbulenter Strömungen. • Modellierungsansätze (Wirbelviskositätsmodelle, Reynolds-Spannungsmodelle). • die Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS. • Anwendungsbeispiele mit CFD.
13. Inhalt:	• Einführung in die Turbulenz • Statistische Beschreibung der Turbulenz • Schließungsproblem • Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS • Klassische Turbulenzmodelle: Überblick
14. Literatur:	Durbin, P. A.: Statistical Theory and Modeling for Turbulent Flows Ferziger, Peric: Computational fluid dynamics David C. Wilcox: Turbulence Modeling for CFD
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445101 Vorlesung Grundlagen der Turbulenzmodellierung • 445102 Tutorium Grundlagen der Turbulenzmodellierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Grundlagen der Turbulenzmodellierung, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbsstudium 56 h) Grundlagen der Turbulenzmodellierung, Seminar: 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Gesamt: 105 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 70 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44511 Grundlagen der Turbulenzmodellierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, Overhead-Projektor, PowerPoint, CIP-Pool
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44520 Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060700201	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Walther, Rainer; Hon.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die Funktionsweise der Flugtriebwerks-Brennkammer und -Nachverbrennung. • Die Studierenden verstehen die physikalisch-chemischen Ursachen der Schadstoffbildung. • Die Studierenden kennen Primär- und Sekundärmaßnahmen zur Schadstoffreduzierung.
13. Inhalt:	• Brennkammern in Flugtriebwerken und ihre Funktionsweise • Schadstoffbildung in Brennkammern • Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung • Atmosphärenwirkung luftfahrtbedingter Emissionen
14. Literatur:	A. H. Lefebvre: Gas Turbine Combustion D. L. Dagett et al.: Alternate Fuels for Use in Commercial Aircraft, ISABE-2007-1196
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445201 Vorlesung Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	112 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 84 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44521 Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44550 Hyperschallströmung und -flug

2. Modulkürzel:	060110124	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehregrundkurse mit Überschallströmungen erforderlich
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Phänomene und Probleme beim Reichweiten- und Kurzzeit-Hochgeschwindigkeitsflug zu verstehen und Auslegungen vornehmen zu können.
13. Inhalt:	Übersicht: Flugkörperformen, aerodynamische und thermische Belastung; Stoß-/Expansionsbeziehungen im Hyperschalllimit, Wellenreiterprinzip, Druckbeiwertbedeutung und-bestimmung (Newton-Theorie), Ähnlichkeit (Tsien-Parameter), konische axisymmetrische Strömung (Taylor-Maccoll-Gl.), elliptischer Kegel /Querströmungseffekte, Entropieschichten, Strömungsfeldberechnung: Prinzip Raum-/Zeitschrittverfahren, Hochtemperatureffekte; Grenzschichtgleichungen, 2. Viskosität, laminare Platten-, Kegel-, Staupunktgrenzschicht (Reibungsbeiwert, Stantonzahl, Reynoldsanalogie), turbulente Platten-, Kegelgrenzschicht, Referenztemperaturmethode, Laminar- turbulente Transition (Szenarien, Theorien, Vorhersage), Viskose Interaktion, Hochtemperatureffekte (Molekül-Vibration, Dissoziation, Nicht-/Gleichgewicht, Wärmestrom)
14. Literatur:	Skript, weitere Lektüre (Bücher): Anderson: Hypersonic and High-Temperature Gas Dynamics, AIAA Education; and Modern Compressible Flow, McGraw-Hill; Hirschel: Basics of Aerothermodynamics, Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445501 Vorlesung Hyperschallströmung und -flug 1 • 445502 Vorlesung Hyperschallströmung und -flug 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Reibungsfreie Hyperschallströmung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium: 62 h) im Block, erste Hälfte des WS; Reibungsbehaftete Hyperschallströmung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium: 62 h) im Block, zweite Hälfte des WS Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44551 Hyperschallströmung und -flug (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1

	Mündliche Prüfung 30 min. in deutsch oder englisch, Prüfungsdatum: nach Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in deutsch, beides in englisch in Vorbereitung, spätestens WS18 in englisch, Kurssprache deutsch, englisch
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 44580 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme

2. Modulkürzel:	060700253	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Grazia Lamanna
9. Dozenten:	Gaisbauer, Uwe; Dr.-Ing. Lamanna, Grazia; Dr.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre, Thermodynamik
12. Lernziele:	• Die Studierenden lernen, wie sich Dichtestörungen in kompressiblen Medien ausbreiten • Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen akustischen, charakteristischen und Stoß-Wellen • Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen stationärer und instationärer Wellenausbreitung • Die Studierenden sind in der Lage Zustandsänderungen infolge instationärer Wellen zu berechnen • Die Studierenden erhalten Einblick in die Gasdynamik instationär bewegter Wellen • Die Studierenden lernen, wie ein Stoßrohr funktioniert und betrieben wird • Die Studierenden können das "Stoßrohr-Problem lösen
13. Inhalt:	• Entstehung instationärer Wellen • Bestimmung der Zustandsgrößen • Instationäre Wellenausbreitung • Phänomene am Stoßrohr
14. Literatur:	• Oertel, H.: Stoßrohre, Springer-Verlag, 1966. • Wright, J.K.: Shock Tubes, Methuen's Physical Monographs, 1961 • Sauer, R.: Nichtstationäre Probleme der Gasdynamik, Springer-Verlag, 1966. • AHerooldnearu,t iDca.Wl ., Schultz, D.L.: On the flow in a reflected-shock tunnel, Research Council (ARC) Reports and Memoranda, No. 3265, 1960. • Oswatitsch, K.: Gasdynamik, Springer-Verlag, 1952. • Zierep, J.: Vorlesung über theoretische Gasdynamik, Verlag G. Braun, Karlsruhe,1962 • Liepmann, H.W., Roshko, A.: Elements of Gasdynamics, John Wiley und Sons, Inc., New York, 1957.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445801 Vorlesung Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44581 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Tafelanschrieb, Overhead-Projektor, PowerPoint Die Inhalte der Vorlesung werden zum Teil auf Deutsch und zum Teil auf Englisch vermittelt.
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44600 Kinetische Gastheorie

2. Modulkürzel:	060700163	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Wolfersdorf, Jens von; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Fasoulas, Stefanos; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die gaskinetischen Gebiete und können diese anhand thermodynamischer Parameter unterscheiden. • Die Studierenden kennen die mikroskopischen Definitionen von Zustandsgrößen und deren mathematische Darstellung. • Die Studierenden verstehen das unterschiedliche Stoffverhalten von idealen Gasen in den gaskinetischen Gebieten. • Die Studierenden können gaskinetische Effekte bei Anwendungen der Luft- und Raumfahrttechnik bewerten und den Gültigkeitsbereich von Kontinuumsverfahren einschätzen.
13. Inhalt:	• Aufgaben und Methoden der Kinetischen Gastheorie, Verteilungsfunktion und makroskopische Zustandsgrößen, Beschreibung von Gasgemischen • Molekulare Geschwindigkeitsverteilung, Stoßfrequenz, Transporteigenschaften in mäßig verdünnten Gasen und in stark verdünnten Gasen • Die Maxwellverteilung und ihre Eigenschaften, Darstellung der Maxwellverteilung und Mittelwerte der molekularen Geschwindigkeiten, Effusion, Mittelwert der Relativgeschwindigkeit, Berechnung der Stoßfrequenz, Anregung innerer Freiheitsgrade • Randbedingungen in verdünnten Gasen, Sprünge der Zustandsgrößen an Wänden, Wärmeleitung im stationären Fall, Hagen-Poiseuille-Strömung

	• Boltzmanngleichung, Ansätze zur Lösung insb. Chapman-Enskog, Ableitung Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen, numerische Lösungsansätze insb. Direct Simulation Monte Carlo
14. Literatur:	Umdrucke, Vorlesungsaufschrieb, Folien Arnold Frohn: Einführung in die Kinetische Gastheorie, 2. Aufl. Wittwer, 2006 Dieter Hänel: Molekulare Gasdynamik, Springer, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446002 Übung Kinetische Gastheorie • 446003 Tutorium Kinetische Gastheorie • 446001 Vorlesung Kinetische Gastheorie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kinetische Gastheorie, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Kinetische Gastheorie, Übungen: 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Kinetische Gastheorie, Seminar (freiwillig): 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Gesamt: 105h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 70 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44601 Kinetische Gastheorie (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Messmethoden der Thermodynamik in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 44640 Kompressible Strömungen I + II

2. Modulkürzel:	060110101	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Uwe Gaisbauer
9. Dozenten:	Dr. Uwe Gaisbauer Dr. Grazia Lamanna
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Thermodynamik, Strömungsmechanik
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Grundlagen der kompressiblen Strömungen. Sie können eigenständig gasdynamische Grundlagenprobleme lösen und kennen Ansätze zur analytischen und numerischen Modellierung. Sie lernen die abstrakten theoretischen Zusammenhänge in Anwendungsbeispiele zu integrieren.
13. Inhalt:	- Thermodynamische Grundlagen - Stationäre, kompressible, thermische Strömungen - Verdichtungs- und Expansionsphänomene - Kompressible Strömungen mit Energiezufuhr - Beispiele an Düsen- und Turbineströmungen
14. Literatur:	Skript, Folien, Pflichtlektüre
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446401 Vorlesung Kompressible Strömungen I • 446402 Vorlesung Kompressible Strömungen II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kompressible Strömungen I+II, jede Vorlesung: 28h (Präsenzzeit 28h, Selbststudium 62h) Gesamt: 180h (Präsenzzeit 56h, Selbststudium 124h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44641 Kompressible Strömungen I + II (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich. 60 MIn.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44800 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen

2. Modulkürzel:	060600114	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Hans-Jürgen Ertelt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Methoden zur Beurteilung der Schädigung von schwingend beanspruchten Konstruktionen des Maschinenwesens und speziell der Luft- und Raumfahrt. • Sie beherrschen die rechnerischen und experimentellen Verfahren bzw. Konzepte zur Abschätzung der Lebensdauer einer Konstruktion und deren Elemente. Sie sind in der Lage, Ergebnisse der Lebensdauerabschätzung kritisch zu hinterfragen und zu beurteilen. • Sie kennen die Unterschiede zwischen zügigen und zyklischen Materialkennwerten und beherrschen die Prüftechniken zur Ermittlung dieser Kennwerte. • Die Studierenden sind vertraut mit den verschiedenen Verfahren zur Analyse und Synthese von Betriebsbeanspruchungen und wissen diese bei den unterschiedlichen Schadensakkumulationsmodellen entsprechend zu berücksichtigen. Sie sind vertraut mit den aktuellen problemorientierten Standard-Last-Zeit-Sequenzen. • Die Studierenden sind in der Lage, die Festigkeit rissbehafteter Bauteile zu bestimmen, unter Berücksichtigung des entsprechenden Spannungs- bzw. Verformungszustandes. • Sie kennen die verschiedenen Bruchmechanik-Parameter und deren vornehmliche Anwendungsbereiche sowie Vorgehensweisen zur Bestimmung des Rissfortschritts unter zyklischer Bauteilbeanspruchung. • Die Studierenden sind vertraut mit dem Festigkeitsverhalten rissbehafteter Bauelemente. • Sie kennen das Griffithsche Energiekriterium, das K-Konzept (Spannungsintensitätsfaktoren), das R-Kurven Konzept und die verschiedenen Beanspruchungsmodi sowie die entsprechenden Gleichungssysteme zur Beschreibung der Spannungen bzw. Verformungen in unmittelbarer Rissspitzen-Umgebung. • Sie sind vertraut mit den Prüftechniken und Methoden zur experimentellen Bestimmung bruchmechanischer Kennwerte.

13. Inhalt:	Materialermüdung I Die Inhalte in „Materialermüdung I“ beziehen sich im Wesentlichen auf das sogenannte Nennspannungskonzept. • Einstufenversuch (Wöhlerversuch) • Ermüdungsfestigkeit - Mechanismus und Einflüsse • Statistische Auswertung • Zählverfahren • Betriebsfestigkeitsversuche • Schadensakkumulation • Analyse und Synthese von Lastabläufen Bruchmechanik I Die Vorlesungsinhalte in „Bruchmechanik I“ beschäftigen sich vornehmlich mit der sogenannten Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEB) bzw. mit der Modifizierten-Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEBM), d.h. es werden keine bzw. nur sehr kleine plastische Verformungen um die Rissspitze zugelassen. Materialermüdung II Im „Materialermüdung II“ werden die Studierenden mit dem heute vielfach angewendeten sogenannten Lokalen Konzept vertraut gemacht. Die Schadensakkumulationsverfahren werden dargestellt und die Möglichkeiten und Grenzen dieses Konzepts aufgezeigt. Die Studierenden kennen die vereinfachten Verfahren zur Bestimmung der Spannungs-Dehnungs-Pfade, die sich unter unregelmäßig schwingender Beanspruchung um die Rissspitze ausbilden und sind vertraut, diese in die Abschätzung der Bauteillebensdauer einzubeziehen. Die Studierenden sind in der Lage sowohl bei Konstant-Amplituden-Belastung (Wöhler-Belastung) als auch unter Betriebsbelastungen, den Rissfortschritt in einem Bauteil rechnerisch zu erfassen. Bruchmechanik II In „Bruchmechanik II“ werden die Studierenden vertraut mit dem Bruchverhalten angerissener duktiler Werkstoffe, d.h. mit dem Bruchverhalten von Materialien und Konstruktionselementen, bei denen sich im Versagensfall größere plastische Verformungen um die Rissspitze ausbilden (CTOD- Konzept, J-Integral). Die Studierenden kennen die verschiedenen Berechnungsverfahren und die experimentellen Methoden zur Bestimmung der entsprechenden kritischen Kennwerte.
14. Literatur:	Jürgen Ertelt, Skript zur Vorlesung, jährlich aktualisiert, mit Verweisen, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448001 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik I • 448002 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Materialermüdung und Bruchmechanik I, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Materialermüdung und Bruchmechanik II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 120 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44801 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 44820 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik

2. Modulkürzel:	060120114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz Christian Rohde
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen wichtige mathematische Methoden zur Analyse der strömungsmechanischen Gleichungen. Sie verstehen den mathematischen Hintergrund von Erhaltungsgleichungen und die Konstruktionsprinzipien, welche auch den numerischen Verfahren zu Grunde liegen, die heute zur Simulation in der LRT eingesetzt werden. Sie können die gelernten mathematischen Methoden einsetzen zur Analyse von Erhaltungsgleichungen und zur Ableitung effizienter numerischer Approximationen.
13. Inhalt:	Behandelt werden die Theorie von schwachen oder integralen Lösungen für Erhaltungsgleichungen. Die zentrale Rolle der Entropiebedingung wird dargestellt. Ein wichtiger Baustein für die Theorie, Numerik und selbst für das Experiment ist die Lösung des Riemannproblems. Aufbauend auf die Charakteristikentheorie wird die Lösung des Riemannproblems aufgezeigt. Die Übertragung der Theorie auf die Konstruktion von numerischen Verfahren, wie der Satz von Lax-Wendroff und die Konsistenz der numerischen Methoden in der Klasse der schwachen Lösungen wird beschrieben.
14. Literatur:	A.J. Chorin, J.E. Marsden: A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics, Springer-Verlag 1979 E. Godlewski, P.A. Raviart: Numerical Approximation of Hyperbolic Systems of Conservation Laws, Springer-Verlag 1996
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448201 Vorlesung Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44821 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44860 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen

2. Modulkürzel:	060500113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Jens Wolfersdorf Georg Heinrich Herdrich
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die gaskinetischen Gebiete und können diese anhand thermodynamischer Parameter unterscheiden. Sie kennen die mikroskopischen Definitionen von Zustandsgrößen und deren mathematische Darstellung, verstehen das unterschiedliche Stoffverhalten von idealen Gasen in den gaskinetischen Gebieten und können gaskinetische Effekte bei Anwendungen der Luft- und Raumfahrttechnik bewerten und den Gültigkeitsbereich von Kontinuumsverfahren einschätzen. Die Studierenden kennen die auftretenden aerothermodynamischen Phänomene während des Eintritts von Raumflugkörpern in eine Atmosphäre sowie deren physikalischen Ursprung. Sie kennen verschiedene Modelle für die numerische Simulation derartiger Phänomene und wissen über deren Gültigkeits- und Genauigkeitsbereich.
13. Inhalt:	• Kinetische Gastheorie: Aufgaben und Methoden, Verteilungsfunktion und makroskopische Zustandsgrößen, Beschreibung von Gasgemischen, molekulare Geschwindigkeitsverteilung, Stoßfrequenz, Transporteigenschaften in mäßig und stark verdünnten Gasen, Maxwellverteilung und ihre Eigenschaften, Darstellung der Maxwellverteilung und Mittelwerte der molekularen Geschwindigkeiten, Effusion, Mittelwert der Relativgeschwindigkeit, Berechnung der Stoßfrequenz, Anregung innerer Freiheitsgrade, Randbedingungen in verdünnten Gasen, Sprünge der Zustandsgrößen an Wänden, Wärmeleitung im stationären Fall, Hagen-Poiseuille-Strömung • Aerothermodynamik: Boltzmanngleichung - Ansätze zur Lösung insbesondere Chapman-Enskog, Ableitung Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen, numerische Lösungsansätze insb. Direct Simulation Monte Carlo. Wiedereintrittstrajektorie, Gas- und Strömungsnatur, aerothermodynamische Phänomene und Effekte, Erhaltungsgleichungen, Hochtemperatureffekte

	(thermochemische Relaxationen, Mehr-Temperatur-Modelle, Quellterme der Speziesgleichungen, Reaktionsschema für Hochtemperatur-Luft,Gleichgewichtskonstanten), Transportkoeffizienten, Gas-Oberflächenwechselwirkung, Gasstrahlung
14. Literatur:	Umdrucke, Vorlesungsaufschrieb, Folien Arnold Frohn: Einführung in die Kinetische Gastheorie, 2. Aufl. Wittwer, 2006 Dieter Hänel: Molekulare Gasdynamik, Springer, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448603 Vorlesung Aerothermodynamik • 448601 Vorlesung Kinetische Gastheorie • 448602 Seminar Kinetische Gastheorie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kinetische Gastheorie, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 56 h) Kinetische Gastheorie, Übungen: 21 h (Präsenzzeit: 7 h, Selbststudium: 14 h) Aerothermodynamik, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Gesamt: 195 h (Präsenzzeit: 63 h, Selbststudium: 132 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44861 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 45060 Reibungsbehaftete Hyperschallströmung

2. Modulkürzel:	060110126	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Reibungsfreie Hyperschallströmung empfohlen
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die durch Reibung verursachten Phänomene und Probleme beim Reichweiten- und Kurzzeit- Hochgeschwindigkeitsflug zu verstehen und Auslegungen vornehmen zu können.
13. Inhalt:	Grenzschichtgleichungen, 2. Viskosität, laminare Platten-, Kegel-, Staupunktgrenzschicht (Reibungsbeiwert, Stantonzahl, Reynoldsanalogie), turbulente Platten-, Kegelgrenzschicht, Referenztemperaturmethode, Laminar- turbulente Transition (Szenarien, Theorien, Vorhersage), Viskose Interaktion, Hochtemperatureffekte (Molekül-Vibration, Dissoziation, Nicht-/Gleichgewicht, Wärmestrom)
14. Literatur:	Skript, weitere Lektüre (Bücher): Anderson: Hypersonic and High-Temperature Gas Dynamics, AIAA Education; and Modern Compressible Flow, McGraw-Hill; Hirschel: Basics of Aerothermodynamics, Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450601 Vorlesung Reibungsbehaftete Hyperschallströmung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45061 Reibungsbehaftete Hyperschallströmung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung 20 min. in deutsch oder englisch, Prüfungsdatum: nach Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in deutsch, beides in englisch in Vorbereitung, spätestens WS18 in englisch, Kurssprache deutsch, englisch
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 45070 Reibungsfreie Hyperschallströmung

2. Modulkürzel:	060110125	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehregrundkurse mit Überschallströmungen erforderlich
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die reibungsfreien Phänomene und Probleme beim Reichweiten- und Kurzzeit-Hochgeschwindigkeitsflug zu verstehen und Auslegungen vornehmen zu können.
13. Inhalt:	Übersicht: Flugkörperformen, aerodynamische und thermische Belastung; Stoß-/Expansionsbeziehungen im Hyperschalllimit, Wellenreiterprinzip, Druckbeiwertbedeutung und-bestimmung (Newton-Theorie), Ähnlichkeit (Tsien-Parameter), konische axisymmetrische Strömung (Taylor-Maccoll-Gl.), elliptischer Kegel /Querströmungseffekte, Entropieschichten, Strömungsfeldberechnung: Prinzip Raum-/Zeitschrittverfahren, Hochtemperatureffekte
14. Literatur:	Skript, weitere Lektüre (Bücher): Anderson: Hypersonic and High-Temperature Gas Dynamics, AIAA Education; Modern Compressible Flow, McGraw-Hill; Hirschel: Basics of Aerothermodynamics, Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450701 Vorlesung Reibungsfreie Hyperschallströmung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45071 Reibungsfreie Hyperschallströmung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung 20 min. in deutsch oder englisch, Prüfungsdatum: nach Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in deutsch, beides in englisch in Vorbereitung, spätestens WS18 in englisch, Kurssprache deutsch, englisch
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 45280 Thermodynamik der Gemische

2. Modulkürzel:	060700305	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Meier, Karsten; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Thermodynamik
12. Lernziele:	• Die Studierenden können die Bedingungen für das thermodynamische Gleichgewicht formulieren. • Die Studierenden können Gemischeigenschaften mit Zustandsgleichungen und Modellen für die freie Exzessenthalpie berechnen. • Die Studierenden können Phasendiagramme interpretieren. • Die Studierenden können Phasengleichgewichte berechnen.
13. Inhalt:	• Bedingungen für das thermodynamisches Gleichgewicht • Chemisches Potenzial • Mischungsgrößen • Fugazitätskoeffizientenansatz • Zustandgleichungen für Gemische • Aktivitätskoeffizientenansatz • GE-Modelle • Gibbs'sche Phasenregel, Phasendiagramme • Phasengleichgewichtsberechnung
14. Literatur:	H.D. Baehr, S. Kabelac: Thermodynamik, 15. Auflage, Springer, Berlin, 2012 J.P. O'Connell, J.M. Haile: Thermodynamics, Cambridge University Press, 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452801 Vorlesung Thermodynamik der Gemische
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45281 Thermodynamik der Gemische (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel, Präsentation, Blockveranstaltung
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 45320 Turbulenz

2. Modulkürzel:	060110152	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist
9. Dozenten:	Grazia Lamanna Sebastian Spring Peter Gerlinger Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen: die theoretischen Grundlagen zur Beschreibung turbulenter Strömungen Modellierungsansätze (Wirbelviskositätsmodelle, Reynolds-Spannungsmodelle) die Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS Anwendungsbeispiele mit CFD ausgewählte Turbulenzmodelle und Transportgleichungsmodelle Large-Eddy Simulation und hybride Verfahren turbulente Mischung und Verbrennung Fragen der Validierung und Implementierung typische Anwendungsergebnisse
13. Inhalt:	I. • Einführung in die Turbulenz • Statistische Beschreibung der Turbulenz • Schließungsproblem • Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS • Klassische Turbulenzmodelle: Überblick II. • algebraische Modelle • Ein- und Zweigleichungsmodelle • Reynolds-Stress-Modelle • Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion • Grobstruktursimulation
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ferziger, Peric: Computational fluid dynamics David C. Wilcox: Turbulence Modeling for CFD

	John L. Lumley, First Course of Turbulence Stephen B. Pope, Turbulent Flows
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453202 Tutorium Grundlagen der Turbulenzmodellierung • 453203 Vorlesung Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle • 453204 Tutorium Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle • 453201 Vorlesung Grundlagen der Turbulenzmodellierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Grundlagen der Turbulenzmodellierung, Vorlesung: 105 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 70 h) Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h) Gesamt: 195 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 125 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45321 Turbulenz (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verbrennungstechnik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 45330 Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060700200	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Walther, Rainer; Hon.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die Funktionsweise der Flugtriebwerks- Brennkammer und -Nachverbrennung • Die Studierenden verstehen die physikalisch-chemischen Ursachen der Schadstoffbildung • Die Studierenden kennen Primär- und Sekundärmaßnahmen zur Schadstoffreduzierung • Die Studierenden können die aerothermodynamischen Eigenschaften von Strömungen mit Wärmefreisetzung bewerten
13. Inhalt:	• Brennkammern in Flugtriebwerken und ihre Funktionsweise • Schadstoffbildung in Brennkammern • Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung • Atmosphärenwirkung luftfahrtbedingter Emissionen • Strömungen mit Wärmefreisetzung, Beispiele von Staustrahlantrieben • Alternative Brennstoffe
14. Literatur:	A.H. Lefebvre: Gas Turbine Combustion E. Curran, S.N.B. Murthy: Scramjet Propulsion R. Walther: Scramjet-Propulsion: Alte Herausforderung im neuen Jahrhundert? DGLR-Jahrestagung 2004 D.L. Dagett et al.: Alternate Fuels for Use in Commercial Aircraft, ISABE-2007-1196
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453301 Vorlesung Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt I • 453302 Vorlesung Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt I, Vorlesung: 112 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 84 h) Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt II, Vorlesung: 56 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 42 h) Gesamt: 168 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 126 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45331 Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 45670 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D

2. Modulkürzel:	060600116	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Karsten Keller Michael Reck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Finite Elemente II (Diskretisierung II) Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Methode der Finite Elemente für die Anwendung in der Strukturmechanik im Hinblick auf Flächen- und räumliche Tragwerke. Sie können dann außerdem mit weiteren Elementmodellen zur Berechnung dieser Tragwerke umgehen. Die Studierenden sind somit mit 2D- und 3D-Formulierungen im Bereich der Finiten Elemente Methode vertraut und können diese mit theoretischem Unterbau und Verständnis anwenden. Statik III (Einführung in die Plattentheorie) Platten sind ein wichtiges Bauelement für den Ingenieur, das wie der Balken Belastungen über Biegung abträgt. Die Studierenden lernen die Unterschiede zwischen der dünnen Platte, die nur Biegeverformungen aufweist und der dicken Platte, in der noch zusätzlich Schubverformungen zu berücksichtigen sind. Sehr dünne Platten können auch ausbeulen. Die Studierenden können mit der klassischen Theorie beider Plattenmodelle umgehen und das Tragverhalten der Platte sowie die plattenspezifischen Größen wie Ersatzschubkraft und Eckenkraft bestimmen.
13. Inhalt:	Finite Elemente II • Grundlagen zur Lösung der linearen Randwertaufgabe der Elastostik mit Finiten Elementen • Variationsprinzipe, Einfeld- und Mehrfeldprinzipe • Erstellen der Finite Elementematrizen von Verschiebungsmodellen • Steifigkeitsmatrix, Konvergenz • Assemblierung des Tragwerks, Freiwertebasenwechsel • Lösung des Gleichungssystems, Berechnung der Lagerreaktionen

	• Berechnung der Eigenfrequenzen und Beullasten • Praxisorientierte Finite Elemente • mechanische Verhalten der Elementmodelle in Beispielen • (Einfluss der verwendeten Integration und Elementverzerrung) Statik III • Vorstellung der Theorie der dünnen Platte nach Kirchhoff, Differentialgleichung für die Rechteckplatte und Kreisplatte • Analytische Lösung der Differentialgleichung nach Navier und Levy-Nadai und Näherungslösung nach Ritz • Theorie der schubweichen dicken Platte nach Reissner, Aufstellen der Differentialgleichung und analytische Behandlung eines Spezialfalls • Einführung in die klassische Laminattheorie. Durchführen der Dickenintegration und Aufstellen der Steifigkeitsbeziehung mit der Kopplung von Scheibe und Platte • Ausbeulen der dünnen Platte • Vorlesungsbegleitende Übungsbeispiele
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Literatur zu Finite Elemente II: J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 1, Grundlagen, Matrixmethoden, elastisches Kontinuum, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2003 J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 2, Variationsrechnung, Energiemethoden, Näherungslösungen, Nichtlinearitäten, numerische Integration, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2004 K. J. Bathe, Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, zweite Auflage, 2002 O. C. Zienkiewicz, The Finite Element Method, McGraw-Hill, Book Company. (Deutsche Übersetzung als Hanser Fachbuch), Third edition, 1977 K. Knothe, H. Wessels, Finite-Elemente, Eine Einführung für Ingenieure, Springer Verlag, Heidelberg, vierte Auflage, 2008 Literatur zur Statik III: A. Nadai: Elastische Platten, 1.Aufl., Springer Verlag, Berlin (1925) K. Girkmann: Flächentragwerke, 5.Aufl., Springer Verlag, Wien (1959) S. P. Timoshenko, S. Woinowski-Krieger: Theory of Plates and Shells, 2.Aufl., MacGraw-Hill Book Co., New York (1959)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 456701 Vorlesung Diskretisierungsmethoden in der Statik und Dynamik • 456702 Vorlesung Einführung in die Plattentheorie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Finite Elemente II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Statik III, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 120 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45671 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Finite Elemente III (Diskretisierung III), Nichtlineare Finite Elemente
19. Medienform:	Visualizer, PowerPoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 48680 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua

2. Modulkürzel:	060600108	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundzüge der Elastostatik, Finite Elemente
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit den Eigenheiten elastisch-plastischen Verhaltens metallischer Werkstoffe bei monotoner wie auch bei wechselnder Beanspruchung vertraut, und kennen die mathematischen Ansätze zu dessen Beschreibung. Sie wissen, die Festigkeitsreserven der plastischen Verformung bei der Bauteildimensionierung einzuschätzen. Sie kennen die grundlegenden Verfahren zur Lösung elastisch-plastischer Probleme und sind in der Lage in bestimmten Fällen analytische Ansätze zu erarbeiten. Sie sind vertraut mit der Tragfähigkeit elastisch-plastischer Systeme und beherrschen die Methoden zu deren Abschätzung bzw. Eingrenzung. Sie wissen über Versagen bzw. Anpassung des Tragwerks bei wechselnder Belastung Bescheid und können die Bedingungen für einen sicheren Einsatz festlegen. Sie beherrschen die grundlegenden Algorithmen elastisch-plastischer Berechnungen mit finiten Elementen, können das numerische Verhalten der Lösung wie Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit ergründen und interpretieren. Ebenso die numerische Lösung mit Hilfe des vermittelten theoretischen Hintergrunds. Sie kennen den Einfluss der Temperatur sowie der Zeit bei Werkstoffen mit viskosen Komponenten (Kriechen). Sie wissen über die Signifikanz von endlichen Formänderungen für die Bauteilstabilität. Sie sind mit der Modellierung von inelastischen Prozessen und mit deren numerischen Behandlung vertraut.
13. Inhalt:	• Stoffverhalten und mathematische Ansätze • Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua - Lösungsmethoden, Fallstudien • Tragfähigkeit und ihre Abschätzung - Traglasttheoreme • Wechselbelastung - Theorie der Anpassung • Numerische Berechnungsverfahren - Algorithmen, numerisches Verhalten

	• Einfluss von Temperatur und Zeit • Signifikanz endlicher Formänderungen - Bauteilstabilität • Modellierung und Simulation inelastischer Prozesse
14. Literatur:	Ioannis Doltsinis, Elements of Plasticity - Theory and Computation, WIT Press Southampton 2000, 2nd edition 2010. Ioannis Doltsinis, Large Deformation Processes of Solids, WIT Press Southampton 2004. Zusammenfassende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486801 Vorlesung und Übung Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 26 h, Selbststudium 64 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48681 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, Powerpoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49580 Statik III

2. Modulkürzel:	060600118	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Karsten Keller
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Einführung in die Plattentheorie Die Studierenden können mit Platten als wichtiges Bauelement für den Ingenieur umgehen. Sie kennen die Unterschiede zwischen der dünnen Platte, die nur Biegeverformungen aufweist und der dicken Platte, in der noch zusätzlich Schubverformungen berücksichtigen werden. Die Studierenden können mit der klassischen Theorie beider Plattenmodelle umgehen und das Tragverhalten der Platte sowie die plattenspezifischen Größen wie Ersatzschubkraft und Eckenkraft bestimmen.
13. Inhalt:	• Vorstellung der Theorie der dünnen Platte nach Kirchhoff Differentialgleichung für die Rechteckplatte und Kreisplatte • Analytische Lösung der Differentialgleichung nach Navier und Levy-Nadai • Näherungslösung nach Ritz • Theorie der schubweichen dicken Platte nach Reissner (bzw. Hencky, Mindlin) Aufstellen der Differentialgleichung und analytische Behandlung eines Spezialfalls • Einführung in die klassische Laminattheorie (CLT) Durchführen der Dickenintegration und Aufstellen der Steifigkeitsbeziehung mit der Kopplung von Scheibe und Platte • Ausbeulen der dünnen Platte • Vorlesungsbegleitende Übungsbeispiele
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien A. Nadai: Elastische Platten, 1.Aufl., Springer Verlag, Berlin (1925) K. Girkmann: Flächentragwerke, 5.Aufl., Springer Verlag, Wien (1959) S. P. Timoshenko, S. Woinowski-Krieger: Theory of Plates and Shells, 2.Aufl., MacGraw-Hill Book Co., New York (1959)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 495801 Vorlesung Statik III
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	49581 Statik III (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Visualizer, PowerPoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49590 Aeroelastizität I+II

2. Modulkürzel:	060600120	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Gunter Faust
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strukturmechanik, Strömungsmechanik, Finite Elemente
12. Lernziele:	Die Studierenden können durch die Aeroelastizität I komplexe statische Systeme inklusive des rückgekoppelten (nichtlinearen) Effektes modellieren, um Aussagen hinsichtlich des Spannungsproblems (Festigkeit und Gebrauchfähigkeit) und der Torsions- und Biegedivergenz von Flugkörpern zu treffen. Am Vergleich von analytischer Lösung eines ungepfeilten Flügels und Finite Elemente Lösung (Numerik) können die Stärken und Schwächen der jeweiligen Lösungsansätze nachvollzogen werden. Durch Aeroelastizität II kennen die Studierenden mathematische Methoden, mittels derer das komplexe Wechselspiel aus dynamischen Luftkräften und dynamischer Strukturverformung modelliert und numerisch gelöst werden kann.
13. Inhalt:	**Aeroelastizität I:** Statische Aeroelastizität: Spannungsproblem (Festikeits- u. Gebrauchsnachweis), Stabilitätsproblem (Divergenzverhalten) Torsionsdivergenz, Modellbeschreibung, Flügelquerschnitt ohne Ruder Biegedivergenz schlanker Flugkörper Ruderwirksamkeit, Modellbeschreibung, Flügelquerschnitt mit Ruder Höhenleitwerkswirksamkeit Analytische und numerische Lösung (FE)/Torsionsdivergenz des un- gepfeilten Tragflügels Biege- u. Torsionsdivergenz des gepfeilten Tragflügels Biegedivergenz - Tragflügel mit kleiner Streckung Querruderwirksamkeit - räumliches Problem **Aeroelatizität II:** Dynamische Aeroelastizität: Spannungsproblem (Festigkeits- u. Gebrauchsnachweis), Stabilitätsproblem (Flattern) Mathematische Grundlagen: Fourier-Reihe, reell + komplex Fourier-Transformierte Fouriertransformation der partikulären Lösung

	Laplace-Transformation Aerodynamik schwingender Auftriebsysteme (Potentialströmungen): Grundlagen, Grundbegriffe, Übersicht - Grundgleichungen reibungsfreier, inkompressibler Strömungen Vereinfachung - rotationsfreie Strömung, Potential- und Druckgleichung Verschiedene Näherungen für die Potential- und Druckgleichung Näherungsstufen für die Potentialgleichung (G,teaux-Ableitung) Näherungsstufen für den Druckbeiwert Harmonisch schwingende Aufriebssysteme Tragflügel in zweidimensionaler stationärer inkompressibler Strömung Fourierabgleich nach Küssner Beispiel Schlagschwingung Binäres Flattern, Stabilitätsaussage
14. Literatur:	Försching, H.W.(1974), Grundlagen der Aeroelatizität, Springer. Bisplinghoff, R.L.el. all. (1955) , Aeroelasticity, Dover. Ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 495901 Vorlesung Aeroelastizität I+II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49591 Aeroelastizität I+II (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49600 Aeroelastizität I

2. Modulkürzel:	060600119	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Gunter Faust
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strukturmechanik, Strömungsmechanik, Finite Elemente
12. Lernziele:	Die Studierenden können im Rahmen der Aeroelastizität I komplexe statische Systeme inklusive des rückgekoppelten (nichtlinearen) Effektes modellieren, um Aussagen hinsichtlich des Spannungsproblems (Festigkeit und Gebrauchfähigkeit) und der Torsions- und Biegedivergenz von Flugkörpern zu treffen.Am Vergleich von analytischer Lösung eines ungepfeilten Flügels und Finite Elemente Lösung (Numerik) können die Stärken und Schwächen der jeweiligen Lösungsansätze nachvollzogen werden.
13. Inhalt:	**Aeroelastizität I:** Statische Aeroelastizität: Spannungsproblem (Festikeits- u. Gebrauchsnachweis), Stabilitätsproblem (Divergenzverhalten) Torsionsdivergenz, Modellbeschreibung,Flügelquerschnitt ohne Ruder Biegedivergenz schlanker Flugkörper Ruderwirksamkeit, Modellbeschreibung, Flügelquerschnitt mit Ruder Höhenleitwerkswirksamkeit Analytische und numerische Lösung (FE)/ Torsionsdivergenz des un- gepfeilten Tragflügels Biege- u. Torsionsdivergenz des gepfeilten Tragflügels Biegedivergenz - Tragflügel mit kleiner Streckung Querruderwirksamkeit - räumliches Problem
14. Literatur:	Försching, H.W.(1974), Grundlagen der Aeroelatizität, Springer. Bisplinghoff, R.L.el. all. (1955), Aeroelasticity, Dover. Ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496001 Vorlesung & Übung Aeroelastizität I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49601 Aeroelastizität I (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II)

2. Modulkürzel:	060600123	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Michael Reck
9. Dozenten:	Michael Reck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten lernen, für beliebige statische Kontinuumsprobleme Finite Elemente herzuleiten. Sie sind durch das Verständnis der Theorie der Finiten Elemente in der Lage, die Eigenschaften und die Güte der Finite-Elemente-Approximation auch ohne Rechnung abzuschätzen.
13. Inhalt:	• Variationsrechnung • Verfahren von Ritz, Trefftz und Galerkin • Ansatzfunktionen • Berechnung des linearen Gleichungssystems der FE: Steifigkeit und konsistente Lasten • Assemblierung der Elementmatrizen • Isoparametrische Transformation • Numerische Integration • Berechnung abgeleiteter Größen • Eigenschaften von FE-Approximationen
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Zusätzliche Übungen J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 1, Grundlagen, Matrixmethoden, elastisches Kontinuum, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2003 J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 2, Variationsrechnung, Energiemethoden, Näherungslösungen, Nichtlinearitäten, numerische Integration, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2004 K. J. Bathe, Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, zweite Auflage, 2002 O. C. Zienkiewicz, The Finite Element Method, McGraw-Hill, Book Company. (Deutsche Übersetzung als Hanser Fachbuch), Third edition, 1977

	K. Knothe, H. Wessels, Finite-Elemente, Eine Einführung für Ingenieure, Springer Verlag, Heidelberg, vierte Auflage, 2008
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496401 Vorlesung Finite Elemente II (Diskretisierung II)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49641 Finite Elemente II (Diskretisierung II) (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Finite Elemente III (Diskretisierung III) Nichtlineare Finite Elemente
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49650 Finite Elemente III (Diskretisierung III)

2. Modulkürzel:	060600111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	Tim Ricken
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente II (Diskretisierung II)
12. Lernziele:	Die Studierenden sind bereits mit den Grundlagen der Finiten Elemente vertraut. Sie können die numerische Methode der finiten Elemente auf zeitlich veränderliche physikalische Probleme anwenden. Die Studierenden sind mit weiteren relevanten Grundlagen in den Fächern der finiten Differenzen und der Variationsrechnung vertraut. Die sich aus der theoretischen Formulierung ergebenden numerischen Prinzipien können in den Fächern der Thermodynamik und Dynamik angewandt werden, so dass der Studierende ein vertieftes Verständnis für das implizite sowie explizite Verfahren, die integralen Methoden und die Methode der Least-Squares besitzt.
13. Inhalt:	• Finite Differenzen. Zusammenfassung und Beispiele in der Mechanik. • Variationsrechnung. Was ist der Unterschied zwischen der Differential- und Variationsrechnung? • Herleitung des Prinzips der virtuellen Arbeit mittels der Variationsrechnung.Findet eine Energieerhaltung oder ein Verlust an Energie in der Mechanik statt? • Darstellung der globalen und lokalen Variationsbetrachtungen. • Darstellung und Vergleich der Variationsmethoden im Raum: Rayleigh-Ritz, Galerkin, Kollokation, Least-Squares, • Variationsmethoden in der Thermodynamik: implizites- / explizites- / Crank-Nicolson Verfahren, Galerkin- Verfahren, Kollokationsbetrachtung, Least-Squares-Verfahren, Time-Discontinuous-Verfahren. • Lokale und globale Variationsmethoden in der Dynamik: Rayleigh-Ritz, Galerkin-Verfahren, Least-Squares Verfahren, implizite- / explizites-Verfahren, Time-Discontinuous-Verfahren.in der Zweifeldformulierung. • Stabilitätsbetrachtung der expliziten thermodynamischen und dynamischen Verfahren. • Nicht lineare Gleichungssysteme, resultierend aus nicht linearen Differentialgleichungen.

14. Literatur:	J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure, Band I und IIW. Wunderlich, Mechanics of structures, Variational and computational methods
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496501 Vorlesung Finite Elemente III
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49651 Finite Elemente III (Diskretisierung III) (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Visualizer, PowerPoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49660 Nichtlineare Finite Elemente

2. Modulkürzel:	060600124	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Michael Reck
9. Dozenten:	Michael Reck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente II
12. Lernziele:	Die Studenten lernen anhand von geometrischen Nichtlinearitäten, wie bei einer nichtlinearen Finite-Elemente-Analyse vorgegangen wird. Mithilfe von einfachen Beispielen lernen sie, wie nichtlineare Finite Elemente hergeleitet und die nichtlinearen Modellgleichungen mit der Methode der Finiten Elemente gelöst werden können.
13. Inhalt:	• Einführung in die Tensorrechnung • Einführung in die Kontinuumsmechanik • Formulierung nichtlinearer Probleme in der Mechanik • Herleitung geometrisch nichtlinearer Finiter Elemente • Kritische Punkte und Stabilität • Lösungsmethoden für die nichtlineare Finite-Elemente-Analyse • Ausgewählte Beispiele
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Literatur: • K. J. Bathe. Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, • 1986 • J. T. Oden. Finite Elements of Nonlinear Continua, McGraw-Hill, 1972 • T. Belytschko, W. K. Liu, B. Moran. Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley und Sons, 2000 • M. A. Crisfield. Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Vol. 1:Essentials, John Wiley und Sons, 1997 • H. Schade, K. Neemann. Tensoranalysis, De Gruyter, 2009 • H. Altenbach. Kontinuumsmechanik,Springer-Verlag, 2012
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496601 Vorlesung Nichtlineare Finite Elemente
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49661 Nichtlineare Finite Elemente (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 50040 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I

2. Modulkürzel:	060600125	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Hans-Jürgen Ertelt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Methoden zur Beurteilung der Schädigung von schwingend beanspruchten Konstruktionen des Maschinenwesens und speziell der Luft- und Raumfahrt. • Sie beherrschen die rechnerischen und experimentellen Verfahren bzw. Konzepte zur Abschätzung der Lebensdauer einer Konstruktion und deren Elemente. Sie sind in der Lage, Ergebnisse der Lebensdauerabschätzung kritisch zu hinterfragen und zu beurteilen. • Sie kennen die Unterschiede zwischen zügigen und zyklischen Materialkennwerten und beherrschen die Prüftechniken zur Ermittlung dieser Kennwerte. • Die Studierenden sind vertraut mit den verschiedenen Verfahren zur Analyse und Synthese von Betriebsbeanspruchungen und wissen diese bei den unterschiedlichen Schadensakkumulationsmodellen entsprechend zu berücksichtigen. Sie sind vertraut mit den aktuellen problemorientierten Standard-Last-Zeit-Sequenzen.
13. Inhalt:	Materialermüdung I Die Inhalte in „Materialermüdung I“ beziehen sich im Wesentlichen auf das sogenannte Nennspannungskonzept. • Einstufenversuch (Wöhlerversuch) • Ermüdungsfestigkeit - Mechanismus und Einflüsse • Statistische Auswertung • Zählverfahren • Betriebsfestigkeitsversuche • Schadensakkumulation • Analyse und Synthese von Lastabläufen Bruchmechanik I Die Vorlesungsinhalte in „Bruchmechanik I“ beschäftigen sich vornehmlich mit der sogenannten Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEB) bzw. mit der Modifizierten-Linear-

	Elastischen-Bruchmechanik (LEBM), d.h. es werden keine bzw. nur sehr kleine plastische Verformungen um die Rissspitze zugelassen.
14. Literatur:	Jürgen Ertelt, Skript zur Vorlesung, jährlich aktualisiert, mit Verweisen Ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 500401 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50041 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 57160 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060513111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten Kriterien und Grenzen für die Modellbildung in der Strukturdynamik, • können Freiheitsgrade und kinematische Bindungen identifizieren und in unterschiedlichen Koordinatensystemen beschreiben, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Mehrkörper-Systeme aufstellen, linearisieren und lösen, • können die Bewegungsgleichungen eindimensionaler Kontinua aufstellen und lösen, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen und lösen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit einem Freiheitsgrad berechnen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit mehreren Freiheitsgraden berechnen, • kennen das Verfahren der Modalanalyse mit und ohne Dämpfung,

	• besitzen Grundkenntnisse für den Umgang mit einfachen dynamischen Finite-Elemente-Modellen.
13. Inhalt:	**Veranstaltung Dynamik I:** - Modellierung, Freiheitsgrade und Kinematik bei Mehrkörpersystemen, - Prinzip von d' Alembert, Prinzip der virtuellen Verschiebungen in der Dynamik, - Aufstellung von Bewegungsgleichungen bei Mehrkörpersystemen, - Linearisierung von Bewegungsgleichungen, - Einheitsverschiebungsgesetz in der Dynamik, - Lineare Systeme mit einem Freiheitsgrad, - Freie und erzwungene gedämpfte Schwingungen (harmon., period-, stoßartige Erregung). **Veranstaltung Dynamik II:** - Eigenwertanalyse bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - freie und erzwungene Schwingungen bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - starre Bewegungsmöglichkeiten, - Modalanalyse, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua und deren analytische Lösung, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua mit Finite-Elemente-Modellen, - Dehnstab, Biegestab, Torsionsstab.
14. Literatur:	• Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer, 2002 • Hamel, G.: Theoretische Mechanik. Berlin [u.a.] : Springer, 1978 • Hagedorn, P. , Otterbein, S.: Technische Schwingungslehre. Band 1. Berlin , Heidelberg : Springer, 1987 • Hagedorn, P.: Technische Schwingungslehre. Band 2, Berlin , Heidelberg : Springer, 1989 • Schiehlen, W. , Eberhard, P.: Technische Dynamik. 2. Aufl. Stuttgart [u.a.] : Teubner, 2004 • Skript • zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571601 Vorlesung Dynamik 1 • 571602 Vorlesung Dynamik 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dynamik I, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Dynamik II, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57161 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 80 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Mechanische Systeme
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, kleine Experimente
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 57170 Einführung in die Finite Elemente Methode

2. Modulkürzel:	069901110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I - III, Höhere Mathematik I - III
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten theoretischen Grundlagen zur Modellierung mechanischer Strukturen mit Finiten Elementen, • können die Gleichgewichtsbedingungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen, lösen und auswerten.
13. Inhalt:	- Grundlagen und Anwendungen von Finite-Elemente-Modellen, - Stab-, Balken- und Stab-Balken-Element, - Thermische Lasten und Vorspannung, - Elemente aus Mehrkörpersystemen, - Koordinatentransformationen bei Finiten Elementen, - Zusammenstellung von Gesamtmodellen, - Nachlaufrechnung.
14. Literatur:	Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer, 2002. Munz, C.-D., Westermann, T.: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen. 2. Aufl. Dordrecht [u.a.]: Springer, 2009. Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L.: The finite element method for solid and structural mechanics. 6. Aufl., Nachdruck. Amsterdam [u.a.]: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006. Skript. Zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571701 Vorlesung Einführung in die Finite-Elemente-Methode
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung mit Übungen

17. Prüfungsnummer/n und -name:	57171 Einführung in die Finite Elemente Methode (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1 Schriftliche Prüfung, 45 Min.
18. Grundlage für ... :	Alle folgenden Veranstaltungen zu Finiten Elementen.
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 57950 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung

2. Modulkürzel:	060700183	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Weitere Sprachen

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Grazia Lamanna
9. Dozenten:	Lamanna, Grazia; Dr.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Thermodynamik
12. Lernziele:	• Die Studierenden verstehen die Methoden zur Kühlung von Turbomaschinen und Antriebssystemen. • Die Studierenden können die verschiedenen Wärmeübertragungseffekte bewerten. • Die Studierenden kennen Ansätze zur analytischen und numerischen Modellierung.
13. Inhalt:	• Erhaltungsgleichungen und Grenzschichtapproximationen • Strömung und Wärmeübertragung in internen Strömungen • Wärmeübertragung in kompressiblen Strömungen • Grundlagen der Turbulenzmodellierung • Methoden zur Steigerung des Wärmetransports
14. Literatur:	Manuskripte, Folien Malvern, Introduction to the mechanics of a continuous medium, Prentice Hall, 1969 Schlichting, Gersten, Boundary layer theory, Springer, 8th Edition, 2000 Kays, Crawford, Weigand: Convective Heat and Mass Transfer, McGraw Hill 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 579501 Vorlesung Spezielle Probleme der Wärmeübertragung • 579503 Seminar Spezielle Probleme der Wärmeübertragung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h) Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h) freiwilliges Seminar im Rahmen des angeleiteten Selbststudiums: 17 h Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57951 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Sprache der Lehrveranstaltung: • Deutsch (Wintersemester) • Englisch (Sommersemester)
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 68520 Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition

2. Modulkürzel:	060110127	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehregrundkurse erforderlich; spezielle Kenntnisse in Grenzschichtströmungen hilfreich
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Mechanismen der laminar-turbulenten Transition von wandgebundenen Scherschichten zu verstehen und wichtige Transitionsvorhersagemethoden und -kontrollmaßnahmen nachvollziehen und anwenden zu können.
13. Inhalt:	- Wege zur Turbulenz: Transition Road Map- Primärinstabilitätstheorie (Rayleigh- / Orr-Sommerfeld-Gleichung, Kriterien, Theoreme, 1D/2D/3D- Eigenfunktionen) - Modales/nichtmodales Störungswachstum - Transitionsvorhersage (e-hoch-N-Methode/subkritisches Wachstum) - Einfluss Rauigkeit, Schiebewinkel, Machzahl, Wandtemperatur - Sekundärinstabilitätstheorie (spektral/lokal) - Transitionstypen/dynamische Strukturen - Transitionskontrolle (Methoden, Aktuatoren, Anwendungen)
14. Literatur:	Englischsprachiges Skript, weitere Lektüre: + Bücher: - Schmid &;;;;;;;;; Henningson: Stability and Transition in Shear Flows, Springer - White: Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill - Schlichting: Grenzschichttheorie / Boundary-Layer Theory + Anderes - Skript der Grenzschichttheorie (Rist) - Diverse Wissenschaftsliteratur, angegeben im Skript (zu bekommen z.B. über ResearchGate)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 685201 Vorlesung Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition • 685202 Übung Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Vortragsübungen: 180 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 138 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68521 Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung 30min. in deutsch oder englisch;

	Prüfungsdatum: nach Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	- Grenzschichtströmungsdynamik und -kontrolle (9 LP) (Dieses Modul (6 LP) plus Grenzschichtströmungen (6 LP) , aufgrund Synergieeffekten zusammen 9 LP)- Dynamics and Control of Boundary-Layer Flow (9 LP)(This module (6 LP) plus Boundary-Layer Flow (6 LP), due to synergy effects together 9 LP)
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in Englisch, Kurssprache englisch oder deutsch
20. Angeboten von:	

Modul: 68530 Grenzschichtströmungsdynamik und -kontrolle

2. Modulkürzel:	060110129	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	siehe die Einzelmodule
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Mechanismen des primär und sekundär reibungsinduzierten Widerstandes an aerodynamischen Körpern zu verstehen und Kontrollmaßnahmen entwerfen und anwenden zu können.
13. Inhalt:	Vorlesung "Grenzschichtströmungen" (im SoSe) Grenzschichttheorie: Grundbegriffe, Definitionen, Temperaturgrenzschichten, Exakte Lösungen der Navier-Stokes-Gleichungen: ebene Couette-Strömung, kompressible Couette-Strömung, ebene Kanalströmung (Poiseuille), Näherungslösungen der Navier-Stokes-Gleichungen: integrale Betrachtung, Grenzschichtgleichungen, Laminare Grenzschichten: Blasius-Grenzschicht, kompressible Plattengrenzschicht, Keilströmungen nach Falkner-Skan, Howarth-Strömung, Turbulente Plattengrenzschicht, Transition im Überblick, 3D-Grenzschichten: rotationssymmetrische Grenzschichten, Schiebewinkeleinfluss (Falkner-Skan-Cooke), Grenzschichtablösung, Grenzschichtbeeinflussung Vorlesung "Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition" (im WiSe und SoSe) Wege zur Turbulenz: transition road map, Primärinstabilitätstheorie (Rayleigh- / Orr-Sommerfeld-Gleichung, modales/nichtmodales Strörungswachstum), Transitionsvorhersage (e-hoch-N-Methode/ subkritisches Wachstum)), Einfluss Rauigkeit, Schiebewinkel, Machzahl, Wandtemperatur, Sekundärinstabilitätstheorie (spektral/lokal), Transitionstypen/dynamische Strukturen, Transitionskontrolle
14. Literatur:	Skripte, plus: - White: Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill - Schlichting: Grenzschichttheorie / Boundary-Layer Theory, Springer - Schmid &;; Henningson: Stability and Transition in Shear Flows, Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 685301 Vorlesung Grenzschichtströmungen

	• 685302 Vorlesung Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition • 685303 Übung Grenzschichtströmungen • 685304 Übung Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Grenzschichtströmungen: Vorlesung und Vortragsübungen, 135 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 93h) Mechanismen der Laminar-turbulenten Transition: Vorlesung und Vortragsübungen, 135 h (Präsenzzeit: 42 h, Selbststudium 93 h) Gesamt: 270 h (Präsenzzeit 84 h, Selbststudium 186 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68531 Grenzschichtströmungsdynamik und -kontrolle (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung 40 min (ca. 20 min Transition, ca. 20 min Grenzschichtströmung, typisch 2 Prüfer); Prüfungsdatum aus Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in deutsch/englisch, Kurssprache englisch oder deutsch
20. Angeboten von:	

Modul: 68540 Grenzschichtströmungen

2. Modulkürzel:	060110128	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist
9. Dozenten:	Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Die Studierenden kennen:** • die physikalische Bedeutung von Grenzschichten • die Herleitung der Grenzschichtgleichungen • analytische Lösungen der Navier-Stokes-Gleichungen mit Grenzschichtcharakter • numerische Lösungsverfahren und Lösungen der Grenzschichtgleichungen • die Einflüsse der Turbulenz auf Gleichungen und Strömung • die wesentlichen Parameter, die die Lage der laminar-turbulenten Transition bestimmen • die Unterschiede zwischen zwei- und dreidimensionalen Grenzschichten **Die Studierenden sind in der Lage:** • Reibungswiderstand und Grenzschichtdicken generischer Konfigurationen abzuschätzen • mit den in der Vorlesung bzw. Übung ausgeteilten Diagrammen und Tabellen umzugehen • die in der Vorlesung vorgestellten generischen Lösungen zur Validierung von CFD-Verfahren zu verwenden
13. Inhalt:	Grenzschichttheorie: Grundbegriffe, Definitionen, Temperaturgrenzschichten Exakte Lösungen der Navier-Stokes-Gleichungen: ebene Couette-Strömung, kompressible Couette-Strömung, ebene Kanalströmung (Poiseuille)

	Näherungslösungen der Navier Stokes-Gleichungen: integrale Betrachtung, Grenzschichtgleichungen Laminare Grenzschichten: Blasius-Grenzschicht, kompressible Plattengrenzschicht, Keilströmungen nach Falkner-Skan, Howarth-Strömung Turbulente Plattengrenzschicht, Transition im Überblick 3-D-Grenzschichten: achsensymmetrische Grenzschichten, Schiebewinkeleinfluss (Falkner-Skan-Cooke) Grenzschichtablösung, Grenzschichtbeeinflussung
14. Literatur:	John D. Anderson, Jr.: Fundamentals of Aerodynamics, McGraw-Hill, 2001 Frank M. White: Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill, 1974 Hermann Schlichting: Grenzschichttheorie, G. Braun, Karlsruhe, 1982 Skript, Diagramme und Tabellen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 685401 Vorlesung Grenzschichtströmungen • 685402 Übung Grenzschichtströmungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Grenzschichtströmungen Vorlesung/Übungen: 180 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 138h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68541 Grenzschichtströmungen (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel &; Präsentation
20. Angeboten von:	

Modul: 69510 Einführung in die Charakterisierung und Anwendung poröser Medien in der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060700400	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Böhrk, Hannah; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden haben grundlegende Kenntnis von Mittelungsansätzen, Mischungsregeln und Herausforderungen der Multiskalenmodellierung. • Die Studierenden verstehen die klassischen Modelle für Strömungs- und Transportprozesse in porösen Medien, sie können zwischen Strömungsbereichen und Fördermechanismen in porösen Medien unterscheiden. • Die Studierenden haben Kenntnis unterschiedlicher poröser Materialtypen, sowie deren Herstellung und Anwendungsgebiete. • Die Studierenden kennen Messverfahren zur Charakterisierung poröser Werkstoffe.
13. Inhalt:	• Eigenschaften und Modellierung poröser Medien • Wärme und Stofftransport in porösen Medien • Anwendungsgebiete poröser Medien • Permeabilität, Verformungen und Anisotropie der Werkstoffe • Oberflächenphänomene
14. Literatur:	Foliensatz Vafai: Handbook of Porous Media, Third Edition
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 695101 Vorlesung Poröse Medien in der Luft- und Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69511 Poröse Medien in der Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 71780 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060400403	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik
12. Lernziele:	Die Studierenden ... kennen die technische Bedeutung mechanischer Schwingungen in der Luft- und Raumfahrttechnik. ... können mathematische Modelle für die Schwingungen einfacher Mehrkörpersysteme bilden. ... kennen die wesentlichen Erscheinungen der Strukturdynamik (insbes. Resonanz, Tilgung, dyn. Instabilität). ... können die Eigenschwingungen mechanischer Systeme berechnen und können deren besondere Eigenschaften für die Behandlung von Schwingungsproblemen ausnutzen. ... kennen die möglichen Auswirkungen von Dämpfungs-, Kreisel- und zirkulatorischen Kräften, sowie von Nichtlinearitäten. ... haben einen Überblick über die räumlich kontinuierliche und diskretisierte Beschreibung mechanischer Strukturen.

13. Inhalt:	Motiviert anhand praxisnaher Fragestellungen werden die grundlegenden Vorgehensweisen der Strukturdynamik behandelt. Die wichtigsten Schwingungserscheinungen werden für ausgewählte Fallbeispiele analytisch erarbeitet und auf allgemeinere Systeme übertragen. Zur Veranschaulichung dienen passende Kurzvideos und kleine Versuche. Matlab-Programme zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente zu festigen. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • Vorgehensweisen zum systematischen Aufstellen von Bewegungsgleichungen mechanischer Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden. • Linearisierung von Bewegungsgleichungen, statische und dynamische Stabilität. • Freie und erzwungene Schwingungen linearer mechanischer Systeme • Berechnung von Eigenmoden von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden sowie einfacher Kontinua, modale Vorgehensweise zur Berechnung von Schwingungen. • Überblick zu den Vorgehensweisen der Diskretisierung, der Modellordnungsreduktion und der dynamischen Substrukturtechnik. • Kurze Einführung in die nichtlineare Strukturdynamik.
14. Literatur:	Aufschriebe, Folien, Matlab-Beispiele weiterführende Literatur: R. Gasch, K. Knothe, R. Liebich: Strukturdynamik, 2012 K. Magnus, K. Popp, W. Sextro: Schwingungen, Springer, 2013 R.R. Craig, A.J. Kurdila: Fundamentals of Strucutral Dynamics, Wiley, 2006
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717801 Vorlesung Strukturdynamik • 717802 Übung Strukturdynamik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h) Übung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71781 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 73440 Nonlinear Structural Dynamics

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	-	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Zwingend vorausgesetzt wird das Modul „Strukturdynamik“. Empfohlen werden Kenntnisse zu analytischen und numerischen Methoden.
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die technische Bedeutung nichtlinearer Vorgänge der Struk-turdynamik. • sind mit den besonderen Eigenschaften und Phänomenen freier, selbsterregter und erzwungener Schwingungen nichtlinearer Systeme vertraut. • können nichtlineare Schwingungen mit geeigneten Hilfsmitteln darstellen und deuten. • können analytische und numerische Näherungsmethoden zur Berechnung nichtlinearer Schwingungen anwenden.
13. Inhalt:	Die grundlegenden Eigenschaften und wichtigen dynamischen Erscheinungen werden theoretisch erarbeitet und anhand geeigneter Fallbeispiele veranschaulicht. Matlab-Beispiele zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente praktisch anzuwenden. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • nichtlineare Einfreiheitsgradsysteme: ungedämpfte und gedämpfte Eigenschwingungen, selbsterregte Schwingungen, erzwungene Schwingungen • Nichtlineare Moden, Lokalisierung, nichtlineare Schwingungstilger • Theorie deterministischer, differenzierbarer dynamischer Systeme mit endlich vielen Zustandsgrößen: Attraktoren, Chaos, Verhalten nahe Fixpunkten und Grenzzyklen, Stabilitätsbegriffe • Näherungsmethoden: Harmonische Balance, Mittelungsverfahren, numerische Zeitschrittintegration und Schießverfahren
14. Literatur:	

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 734402 Übung Nonlinear Structural Dynamics • 734401 Vorlesung Nonlinear Structural Dynamics
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesungsfolien, Aufschriebe, Matlab-Beispiele
17. Prüfungsnummer/n und -name:	73441 Nonlinear Structural Dynamics (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 78990 Strukturdynamik-Programmierseminar

2. Modulkürzel:	060400404	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack
9. Dozenten:	Malte Krack Johann Groß
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	*Zwingend vorausgesetzt werden Matlab-Erfahrung sowie das Modul "Strukturdynamik". Empfohlen werden Kenntnisse zu numerischen Methoden.*
12. Lernziele:	*Die Studenten erhalten einen Überblick über numerische Verfahren zur Berechnung linearer und nichtlinearer Vibrationen. Die Studenten lernen, einzelne Teile vorgegebener Rechenprogramme zu modifizieren und zu validieren. Anhand geeigneter Fallbeispiele lernen die Studenten wichtige Phänomene der Strukturdynamik kennen und interpretieren.*
13. Inhalt:	*Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden von den Studierenden numerische Verfahren zur Berechnung der Dynamik mechanischer Systeme programmiert. Die wesentlichen Schritte der Berechnung umfassen die Modellierung mechanischer Systeme, die Modellordnungsreduktion mithilfe der dynamischen Substrukturtechnik, die Simulation mittels Zeit- und Frequenzbereichsmethoden, sowie die Lösung algebraischer Gleichungssysteme und die numerische Pfadverfolgung. Die Studenten erhalten ein Rechenprogramm und Fallbeispiele anhand derer die wesentlichen Berechnungsschritte nachvollzogen werden können. Teile gegebener Programme werden von den Studenten erweitert und validiert. So werden zusätzliche Modelle lokaler Nichtlinearitäten implementiert und untersucht oder weitere Verfahren zur nichtlinearen Modalanalyse umgesetzt. Eigene Programmierung, Validierung und Anwendung modifizierter Programme unter Anleitung sind die wesentlichen Aktivitäten in dieser praktischen Lehrveranstaltung. Im Rahmen von Kurzvorträgen wird über die Ergebnisse berichtet.*
14. Literatur:	*Vorlesungsfolien, Aufschriebe, wissenschaftliche Veröffentlichungen ja nach Bedarf*
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 789901 Seminar Strukturdynamik-Programmierseminar

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	78991 Strukturdynamik-Programmierseminar (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	*Folien, Anschrieb, Matlab-Beispiele*
20. Angeboten von:	Strukturmechanik der Flugzeugtriebwerke

Modul: 79150 Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen

2. Modulkürzel:	060600128	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien kennen. Sie kennen den konzeptionellen Zugang über die Theorie der porösen Medien. Die Studierenden können Mehrphasensysteme kontinuumsmechanisch behandeln thermodynamisch konsistente Materialgleichungen bei Mehrphasensystemen formulieren Randbedingungen bei Mehrphasensystemen formulieren das gekoppelte Gleichungssystems für die numerische Behandlung aufbereiten das Berechnungskonzepts anhand numerischer Beispielrechnungen verifizieren
13. Inhalt:	Die Theorie der porösen Medien wird als konzeptioneller Zugang für die Behandlung diskreter Mehrkomponentenmaterialien vorgestellt. Für die Entwicklung thermodynamisch konsistenter Materialgleichungen wird das konzeptionelle Vorgehen behandelt. Die Lösung des resultierenden Gleichungssystems erfolgt numerisch unter Verwendung der Methode der Finiten Elemente (FEM). Aufgrund des zumeist stark gekoppelten und nichtlinearen Charakters des zu lösenden Gleichungssystems werden spezielle Elementformulierungen vorgestellt. Motivation und Überblick Einführung in die Theorie poröser Medien (TPM)

	Entwicklung thermodynamisch konsistenter Materialgleichungen Kontinuumsmechanische Behandlung Bespiel: Flüssigkeitsgesättigter poröser Festkörper Diskussion der Randbedingungen Aufbereitung des gekoppelten Gleichungssystems für die numerische Behandlung Verifikation des Berechnungskonzepts anhand numerischer Beispielrechnungen
14. Literatur:	Vorlesungsskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 791501 Vorlesung und Übung Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	60h Präsenzzeit, 120h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	79151 Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen Prüfung (PL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesung, Übungsaufgaben (PC), Overhead, Beamer
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 79160 Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode

2. Modulkürzel:	060600129	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen mit gekoppelten Mehrfeldproblemen umzugehen, sie zu verstehen, aufzustellen, umzusetzen und zu lösen. Dabei erlernen Sie thermodynamisch konsistente Materialgleichungen aufzustellen, ggf. Finite Elemente Formulierungen zu erweitern und geeignete Lösungsverfahren auszuwählen und anzuwenden. Dabei lernen Sie die möglichen Anwendungsfelder kennen.
13. Inhalt:	Die Behandlung dieser Aufgabenstellungen erfordert zum einen die Entwicklung von gekoppelten Materialgleichungen, welche den thermodynamischen Grundsätzen nicht widersprechen, zum anderen kann die Erweiterung des Gleichungssystems um eine zusätzliche Prozessvariable wie z. B. die Temperatur, das elektrische Feld oder eine chemische Zustandsvariable die numerischen Lösungseigenschaften im Rahmen der Finite Elemente Approximation negativ beeinflussen. Für eine stabile Lösung gekoppelter Probleme mit Hilfe der Finiten Elemente Methode müssen thermodynamisch konsistente Materialgleichungen formuliert werden, erweiterte Finite Elemente Formulierungen entwickelt und geeignete numerische Lösungsverfahren eingesetzt werden. Die Studierenden erlernen für gekoppelte Mehrfeldprobleme die möglichen Anwendungsfelder, die thermodynamische konsistente Beschreibung die geeignete Finite Elemente Formulierung und die geeigneten numerischen Approximationsverfahren Die Vorlesung wird durch eine Übung im Computer Pool ergänzt. Hierbei sollen zum einen eigenständig Finite Elemente für Mehrfeldprobleme programmiert werden, zum anderen werden kommerzielle Programme zur Lösung von Mehrfeldproblemen eingesetzt.

14. Literatur:	Vorlesungsskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 791601 Vorlesung und Übung Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	60h Präsenzzeit, 120h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	79161 Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode Prüfung (PL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesung, Übungsaufgaben (PC), Overhead, Beamer
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

212 Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT

Zugeordnete Module:

37090 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung
40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT
44040 Analyse tropfendynamischer Prozesse
44110 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle
44170 CFD-Programmierseminar
44220 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit
44240 Digitale Strömungsvisualisierung
44270 Discontinuous-Galerkin-Verfahren
44320 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie
44370 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik
44660 Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren
44800 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen
44840 Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation
44850 Messverfahren des Wärmetransports
44910 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen
44940 Numerische Verbrennungssimulation
45000 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren
45210 Strömungsmesstechnik
45220 Strömungsmesstechnik und Visualisierung
45320 Turbulenz
45340 Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen
45670 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D
48380 Messtechnik in der Luft- und Raumfahrttechnik
49610 Modellbildung für Finite Elemente I + II
49620 Modellbildung für Finite Elemente I
49630 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden
49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II)
49650 Finite Elemente III (Diskretisierung III)
49660 Nichtlineare Finite Elemente
49670 Seminar Angewandte Finite Elemente
50040 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I
51620 Hochtemperatur-Messtechnik
52020 Turbulence in Aerospace Engineering
57160 Strukturdynamik
57170 Einführung in die Finite Elemente Methode
68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden
70050 Numerische Strömungsmechanik
70060 Simulation verdünnter Gase und Plasmen
71780 Strukturdynamik
73440 Nonlinear Structural Dynamics
78990 Strukturdynamik-Programmierseminar
79150 Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen
79160 Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode

Modul: 37090 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung

2. Modulkürzel:	060600110	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Michael Reck Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundzüge der Elastostatik, Finite Elemente
12. Lernziele:	Nichtlineare Finite Elemente Die Studierenden können mit geometrischen und werkstoffabhängigen Nichtlinearitäten umgehen und aus diesem Verständnis heraus mit nichtlinearen Aufgabenstellungen im Allgemeinen umgehen und diese grundsätzlich lösen. Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua Die Studierenden sind mit den Eigenheiten elastisch-plastischen Verhaltens metallischer Werkstoffe bei monotoner wie auch bei wechselnder Beanspruchung vertraut, und kennen die mathematischen Ansätze zu dessen Beschreibung. Sie wissen, die Festigkeitsreserven der plastischen Verformung bei der Bauteildimensionierung einzuschätzen. Sie kennen die grundlegenden Verfahren zur Lösung elastisch-plastischer Probleme und sind in der Lage in bestimmten Fällen analytische Ansätze zu erarbeiten. Sie sind vertraut mit der Tragfähigkeit elastisch-plastischer Systeme und beherrschen die Methoden zu deren Abschätzung bzw. Eingrenzung. Sie wissen über Versagen bzw. Anpassung des Tragwerks bei wechselnder Belastung Bescheid und können die Bedingungen für einen sicheren Einsatz festlegen. Sie beherrschen die grundlegenden Algorithmen elastisch-plastischer Berechnungen mit finiten Elementen, können das numerische Verhalten der Lösung wie Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit ergründen und interpretieren. Ebenso die numerische Lösung mit Hilfe des vermittelten theoretischen Hintergrunds.

	Sie kennen den Einfluss von der Temperatur sowie von der Zeit bei Werkstoffen mit viskosen Komponenten (Kriechen). Sie wissen über die Signifikanz von endlichen Formänderungen für die Bauteilstabilität. Sie sind mit der Modellierung von inelastischen Prozessen und mit deren numerischen Behandlung vertraut.
13. Inhalt:	Nichtlineare Finite Elemente • Lineare und nichtlineare Berechnung • Geometrische Nichtlinearitäten • Nichtlineares Material • Lagrangesche und Eulersche Formulierungen • Arbitrary Lagrangian Eulerian (ALE) • Lösungsmethoden und Stabilität (im-/explizit) • Ausgewählte Beispiele Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua • Stoffverhalten und mathematische Ansätze • Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua - Lösungsmethoden, Fallstudien • Tragfähigkeit und ihre Abschätzung - Traglasttheoreme • Wechselbelastung - Theorie der Anpassung • Numerische Berechnungsverfahren - Algorithmen, numerisches Verhalten • Einfluss von Temperatur und Zeit • Signifikanz endlicher Formänderungen - Bauteilstabilität • Modellierung und Simulation inelastischer Prozesse
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Literatur: H.R. Schwarz, Methode der finiten Elemente, B.G. Teubner Stuttgart K. J. Bathe, Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1986 J. T. Oden, Finite Elements of Nonlinear Continua, McGraw-Hill, 1972 T. Belytschko, W. K. Liu, B. Moran, Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley und Sons, 2000 M. A. Crisfield. Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Vol. 1:Essentials, John Wiley und Sons, 1997 H. Schade, K. Neemann. Tensoranalysis, De Gruyter, 2009 H. Altenbach. Kontinuumsmechanik,Springer-Verlag, 2012 I. Doltsinis, Elements of Plasticity - Theory and Computation, WIT Press Southampton 2000, 2nd edition 2010 I. Doltsinis, Large Deformation Processes of Solids, WIT Press Southampton 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 370901 Vorlesung Nichtlineare Finite Elemente • 370902 Vorlesung und Übung Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 58 h, Selbststudium 122 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	37091 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Visualizer, Tafelanschrieb, PowerPoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT

2. Modulkürzel:	060100010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz Bernhard Weigand
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	MatLab-Kenntnisse, Kenntnisse in der numerische Mathematik für Ingenieure, wie sie im Rahmen des Moduls Numerische Simulation (060100001) des Bachelor-Studienganges Luft- und Raumfahrttechnik erworben werden.
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Lösungseigenschaften der verschiedenen mathematischen Modelle, die in der Luft- und Raumfahrttechnik auftreten. Sie kennen Methoden, um diese Modelle in Spezialfällen zu vereinfachen und können diese einsetzen, um einfache analytische Lösungen abzuleiten. Die Studierenden besitzen einen Überblick über die numerischen Verfahren, die in Rechenprogrammen für Probleme der Luft- und Raumfahrttechnik benutzt werden und kennen deren Eigenschaften. Sie können diese in vereinfachten Situationen auch in Rechenprogramme umsetzen. Sie können diese validieren und Simulationen ausführen. Die Studierenden sind in der Lage, die numerischen Ergebnisse eines Rechenprogramms hinsichtlich Qualität und Genauigkeit zu beurteilen.
13. Inhalt:	Es werden Grundlagen der mathematischen Modellierung und der Methoden der angewandten Mathematik behandelt, insbesondere mit dem Ziel der Berechnung von Lösungen von partiellen Differenzialgleichungen. Die Grundlagen umfassen hier Dimensionsanalyse, Störungsrechnung, mathematische Modellierung mit Differenzialgleichungen, Lösungsansätze für einfache partielle Differenzialgleichungen, Fourier Reihen und Transformation, Separationsansätze, Erhaltungsgleichungen. Aufbauend auf den Grundlagen der numerischen Mathematik werden die Prinzipien der Konstruktion numerischer Methoden erläutert. Die analytischen und numerischen Werkzeuge werden zur Bestimmung von Lösungen und Näherungslösungen eingesetzt, wie stationäre Wärmeleitungsprobleme, instationäre Diffusion und Wärmeleitung und Wellenausbreitung. Dabei werden Finite-Volumen-, Finite-Elemente- und Differenzen-Verfahren abgeleitet

	und angewandt. Die Übertragung der Methoden auf die Lösung von Strömungs- und Transportprozessen und Probleme in Statik und Dynamik wird behandelt und in Übungen und Übungsblättern praktisch ausgeführt.
14. Literatur:	Literatur: Munz, Westermann: Numerische Behandlung von gewöhnlichen und partiellen Differenzialgleichungen, Springer-Verlag B. Weigand, Analytical Methods for Heat Transfer and Fluid Flow Problems, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 400101 Vorlesung mit Übungen Analytische und numerische Methoden • 400102 Tutorium Analytische und numerische Methoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Analytische und numerische Methoden, Vorlesung: 120 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 64 h) Tutorium: 60h (Präsenzzeit 28h , Selbsstudium 32h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40011 Analytische und Numerische Methoden in der LRT (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44040 Analyse tropfendynamischer Prozesse

2. Modulkürzel:	060700402	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Norbert Roth
9. Dozenten:	Roth, Norbert; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden können Prozesse mit Tropfen in den Alltag einordnen. • Die Studierenden können Tropfen und Prozesse mit Tropfen physikalisch beschreiben. • Die Studierenden können mit ausgewählten verschiedenen Beschreibungsmethoden (Analytik, Numerik, Experiment) umgehen. • Die Studierenden haben einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung bei ausgewählten tropfendynamischen Prozessen.
13. Inhalt:	• Einführung in die Physik von Tropfen • Beschreibung von verschiedenen tropfendynamischen Prozessen • Experimente zu ausgewähltem Prozess mit Tropfen • Numerisches Experiment zu ausgewähltem Prozess mit Tropfen
14. Literatur:	Weiterführende und vertiefende Literatur: • P.-G. de Gennes et al.: Capillarity and Wetting Phenomena, Springer Verlag, 2004 • A. Frohn und N. Roth: Dynamics of Droplets, Springer Verlag, 2000 • Proceedings n-th ILASS
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440401 Vorlesung Analyse tropfendynamischer Prozesse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44041 Analyse tropfendynamischer Prozesse (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, Overhead-Projektor, Folienpräsentation, Labortermine Vorlesung im Sommersemester auf Deutsch Vorlesung im Wintersemester wahlweise auf Englisch
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44110 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle

2. Modulkürzel:	060110153	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist
9. Dozenten:	Peter Gerlinger Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen: • ausgewählte Turbulenzmodelle und Transportgleichungsmodelle • Large-Eddy Simulation und hybride Verfahren • turbulente Mischung und Verbrennung • Fragen der Validierung und Implementierung • typische Anwendungsergebnisse
13. Inhalt:	• algebraische Modelle • Ein- und Zweigleichungsmodelle • Reynolds-Stress-Modelle • Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion • Grobstruktursimulation
14. Literatur:	John L. Lumley, First Course of Turbulence Stephen B. Pope, Turbulent Flows David C. Wilcox: Turbulence Modeling for CFD
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441101 Vorlesung Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle • 441102 Tutorium Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44111 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Präsentation &; Folien
20. Angeboten von:	Verbrennungstechnik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44170 CFD-Programmierseminar

2. Modulkürzel:	060120112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Die vorherige oder parallele Teilnahme an der Vorlesung "Numerische Strömungsmechanik" ist sinnvoll, aber nicht notwendig.
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen einen Überblick über die praktische Implementierung numerischer Verfahren, die in aktuellen Strömungsmechanik- Rechenprogrammen benutzt werden. Die Studierenden sind in der Lage, einzelne Programmteile selbst zu modifizieren und das Rechenprogramm zu validieren. Sie können die Qualität und die Genauigkeit der erzielten numerischen Ergebnisse beurteilen.
13. Inhalt:	Diese Vorlesung behandelt die Umsetzung der numerischen Verfahren der Strömungsmechanik in Rechenprogramme. Zunächst wird mit einem vorgegebenen Rechenprogramm, einem Finite-Volumen-Verfahren für kompressible Strömungen auf einem unstrukturierten Gitter, eine Keilströmung simuliert. Danach kann man selbst Teile des Programms mit entwickeln und validieren. Dies geschieht im Rahmen von fünf Themenblöcken: 1.) Riemannlöser, 2.) Umsetzung eines Finite Volumen Verfahrens erster Ordnung, 3.) Erweiterung auf zweite Ordnung, 4.) Zeit-diskretisierung und 5.) Einfluss von Reibung. Eigene Programmierung, Validierung und Anwendung des modifizierten Programms unter Anleitung sind die wesentlichen Aktivitäten in dieser praktischen Lehrveranstaltung. In Rahmen von Kurzvorträgen wird über die Ergebnisse berichtet.
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441701 Seminar CFD-Programmierseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenszeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44171 CFD-Programmierseminar (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44220 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit

2. Modulkürzel:	060110122	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Finite-Differenzen-Verfahren zu verstehen, anzuwenden und zu entwerfen, besonders unter dem Aspekt hoher Lösungsgenauigkeit und Stabilität (Voraussetzung für Direkte Numerische Simulation).
13. Inhalt:	Gewöhnliche Differentialgleichungen (G-DGLs) Revisited • Optimierungsstrategien für hohe Genauigkeit: Low Dissipation/ Dispersion • Diagrammkatalog I: Stabilitätsbereiche und Lösungseigenschaften von G-DGL-Lösern (Zeitintegrationsverfahren für P-DGLs) • Gleichungssysteme: Steifigkeit, inhärente Instabilität, direkte Verfahren Partielle Differentialgleichungen (P-DGLs) • Integrationsgebiete / Randbedingungen: sponge zones, lokale Hyper-/Parabolisierungsstrategie • Differenzieren: kompakte Finite Differenzen, Fourier-Spektralmethode; Parallelisierungsmöglichkeiten • Parabolische DGL: Viskoses Zeitschritt-Limit, Genauigkeitsoptimierung, Instabilitätsursachen • Hyperbolische DGL: Konvektives Zeitschritt-Limit, Genauigkeitsoptimierung, Instabilitätsursachen • Philosophie der 4 Verfahrens-Grundtypen: Dämpfung, Upwind-Verfahren, McCormack-Typ-Verfahren, Filterung/De-Aliasing • Diagrammkatalog II: Eigenschaften ausgewählter FD-Zeitschrittverfahren hoher Genauigkeit für die Advektions-/ Diffusionsgleichung • Gittertransformation: grundlegende Vorgehensweisen, Genauigkeitsanalysen
14. Literatur:	Skript, weitere Lektüre: A robust high-resolution split-type compact FD-scheme for spatial direct numerical simulation of boundary-layer transition. M.J. Kloker, Applied Scientific Research 59 (4), 1998, pp. 353-377. Direct numerical simulation of noise-generation mechanisms in the mixing layer of a jet. A. Babucke, doctoral thesis, Dr. Hut, Munich, 2009.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442201 Vorlesung FD-Verfahren hoher Genauigkeit

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudiumszeit: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44221 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit (BSL), Mündlich, 25 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung 25 min. in deutsch oder englisch, Prüfungsdatum: nach Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in deutsch so weit
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 44240 Digitale Strömungsvisualisierung

2. Modulkürzel:	060110151	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist
9. Dozenten:	Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Die Studierenden kennen** • die Visualisierungspipeline und deren Umsetzung in Softwarepaketen • die physiologischen und psychologischen Aspekte der Datenvisualisierung • die mathematischen und computergrafischen Grundlagen der Visualisierung • grundlegende und spezielle Darstellungstechniken Techniken zur Daten- und zur Phänomenvisualisierung • Verfahren zur Visualisierung, Extraktion und Verfolgung von Strömungsfeldstrukturen • Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen ausgewählter Verfahren • den Stand der Forschung im Bereich Visualisierung **Die Studierenden sind in der Lage** • Visualisierungsartefakte von Messfehlern oder Fehlern der Modellierung bzw. Simulation unterscheiden zu können • Strömungsdaten in sinnvolle und verständliche Darstellungen umzusetzen und die dabei durchgeführten Schritte und möglichen Fehlerquellen zu verstehen
13. Inhalt:	Die Vorlesung soll eine Einführung in die Visualisierung numerischer Strömungsfelder geben. Grundlage ist die Darstellung dreidimensionaler instationärer Daten, die entweder als Ergebnis numerischer Berechnungen oder als Messwerte diskret im Raum und in der Zeit vorliegen.
14. Literatur:	• F.H. Post, Th. v. Walsum: Fluid Flow Visualization, in: H. Hagen, H. Müller, G.M. Nielson (Eds.): Focus on Scientific Visualization, Springer Verlag, 1993 • G.M. Nielson, H. Hagen, H. Müller: Scientific Visualization, Overviews, Methodologies, and Techniques, IEEE Computer Society, 1997 • J. Stary: Visualisieren, ein Studien- und Praxisbuch, Cornelsen Scriptor, Berlin, 1997

	• Kopien der Folien (auch elektronisch)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442401 Vorlesung Digitale Strömungsvisualisierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44241 Digitale Strömungsvisualisierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 44270 Discontinuous-Galerkin-Verfahren

2. Modulkürzel:	060120133	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:** Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über DG-Verfahren und verschiedene Implementierungsstrategien. Sie besitzen Kenntnis über die einzelnen nötigen Bausteine und können diese implementieren. Zudem haben sie eine Vorstellung über den allgemeinen Programmablauf. **Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:** Die Studierenden besitzen einen Überblick über die Discontinuous-Galerkin-Verfahren welche aktuell Thema der Forschung sind. Die Studierenden haben eine Vorstellung über die Eigenschaften, das Potential und die Anwendbarkeit dieser Verfahren. Sie sind zudem in der Lage je nach Anwendung die richtige Variante des DG Verfahrens zu wählen.
13. Inhalt:	**Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:** Es werden die wichtigsten Bausteine und Operatoren des DG-Verfahrens hergeleitet, implementiert und zur Verfügung gestellt. Besonderer Fokus liegt auf der Beurteilung der Effizienz verschiedener Varianten. Jeder Studierende erhält eine Programmieraufgabe im Kontext von DG-Verfahren welche mit einer beliebigen Programmiersprache umgesetzt werden soll. **Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:** Nötige mathematische Grundlagen wie etwa Interpolation und Projektion bilden die Grundlage der Vorlesung. Anhand eines 1D Problems wird das DG-Vefahren hergeleitet und die nötigen Bausteine erläutert. Ausgehend davon, wird das DGVerfahren für mehrere Dimensionen hergeleitet und verschiedene Varianten konstruiert und diskutiert. Fokus liegt dabei auf Diskretisierungen mit Dreiecksgittern und Viereckgittern, wobei auch die Approximation mit gekrümmten Elementen diskutiert wird. Die Umsetzung des Verfahrens in einem Rechenprogramm wird erläutert und den Studierenden zur Verfügung gestellt.
14. Literatur:	Ein Skript wird zur Verfügung gestellt. "Nodal Discontinuous Galerkin Methods von Jan Hesthaven und Tim Warburton "Implementing Spectral Methods for Partial Differential Equations von David Kopriva

	Weitere Lehrbücher werden in der Vorlesung angegeben.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442701 Vorlesung Konstruktion von Discontinuous Galerkin Verfahren • 442702 Vorlesung Programmierung von Discontinuous Galerkin Verfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Konstruktion von Discontinuous Galerkin Verfahren: 90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Programmierung von Discontinuous Galerkin Verfahren: 90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44271 Discontinuous-Galerkin-Verfahren (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44320 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie

2. Modulkürzel:	060120303	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Uwe Iben
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden • wissen, was Mehrphasenströmungen sind, • wissen, was Kavitation ist, • wissen, was Luftausgasung ist, • wissen, wie man Modelle für Phasenübergang und Luftausgasung erstellt und anwendet, • verstehen, warum Strömungsmechanik und Thermodynamik so eng miteinander verbunden sind, • wissen, was Zustandsgleichungen für Flüssigkeiten sind, • wissen, wie man für technische Fragestellungen, bei denen Mehrphasenströmungen zugrunde liegen, Lösungsansätze findet. Hierzu gibt es verschiedene Beispiele unterschiedlicher Komplexität.
13. Inhalt:	Grundlagen der Strömungsmechanik Hydrostatik Zugspannungen in Flüssigkeiten Kräfte auf Wände Fliessverhalten Strömungsformen Kompressibilität, Schallgeschwindigkeit Kompression und Expansion von kompressiblen Flüssigkeiten Zustandsänderungen Grundgleichungen der Strömungsmechanik Navier-Stokes-Gleichungen Eindimensionale Erhaltungsgleichungen Das p-System Unstetige Querschnittsänderungen Numerische Berechnung des Verlustbeiwertes Anwendung der Grundgleichungen 6 Beispiele aus verschiedenen industriellen Anwendungen Zweiphasenströmungen Modellierung von kavitierenden Strömungen

	Barotrope Zweiphasenströmungen Homogene Gleichgewichtszweiphasenströmung Inhomogene Zweiphasenströmungen Stoffübergang an der Phasengrenze Verdampfen und Kondensieren von reinen Flüssigkeiten Numerische Auswertung Blasendynamik Luftgehalt in Flüssigkeiten Stossfronten im Zweiphasengebiet Koaliszenz von zwei Luftblasen in Flüssigkeit Fluid-Partikel-Strömungen Reibungsmodelle für 1D-Strömungsmodelle Eigenfrequenz hydraulischer Systeme
14. Literatur:	Powerpoint-Foliensatz der Vorlesung wird zur Verfügung gestellt, weiterhin wird ein Skript auf folgender Seite bereitgestellt: http://www.iag.unistuttgart.de/IAG/lehre/vorlesungen.html Bücher: Clift, Grace, Weber. Bubbles, Drops and Particles. Dover Frohn, Roth. Dynamics of Droplets. Springer.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443201 Vorlesung Ein-und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44321 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44370 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik

2. Modulkürzel:	060513103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden - kennen die Bedeutung von Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - kennen die wichtigsten Aktoren für Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - kennen die wichtigsten Sensoren und Prinzipien der Signalverarbeitung für Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - können Messkörper auf der Basis von Dehnungsmessstreifen auslegen, - können den für Strukturtests maßgeblichen Teil der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik anwenden, - können den für Strukturtests maßgeblichen Teil der Ausgleichsrechnung anwenden, - kennen die experimentellen Modalanalyse auf einfache Strukturen anwenden, - kennen die Grundlagen von Betriebslastprüfungen
13. Inhalt:	Vorlesung: - Aktoren zur Erzeugung von Prüfbelastungen, - Sensoren und ihre Messprinzipien, - Grundbegriffe des Messens - Digitalisierung von Messsignalen, - Messfehler - Dehnungsmessstreifentechnik, - Schwingungsanalyse, Schwingungsprüfung.

	Exkursion: Eintägiger Besuch eines einschlägigen Unternehmens für Strukturtests in der Luft und Raumfahrt. Laborversuch: Durchführung und Auswertung eines Versuchs zur Experimentellen Modalanlyse.
14. Literatur:	• Buxbaum, O.: Betriebsfestigkeit. 2. Aufl. Düsseldorf : Verlag Stahleisen, 1992 • Ewins, D.J.: Modal testing : theory, practice and application. 2. Aufl. Baldock Hertfordshire : Research Studies Press, 2000 • Fisz, M.: Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik. 11. Aufl. Berlin : Dt. Verl. d. Wiss., 1989 • Keil, S.: Beanspruchungsermittlung mit Dehnungsmessstreifen. Zwingenberga.d. Bergstr. : Cuneus, 1995 • Laible, M. Müller, R.K. et al.: Mechanische Größen elektrisch gemessen - Grundlagen und Beispiele zur technischen Ausführung. 5. Aufl. Renningen-Malmsheim : expert-Verlag, 2002 • Lawrence, A.: Modern inertial technology : navigation, guidance, and control. New York [u.a.] : Springer, 1993 • Matthies, H.J.: Einführung in die Ölhydraulik. 3. Aufl. Stuttgart : Teubner, 1995 • Natke, H.G.: Einführung in Theorie und Praxis der Zeitreihen- und Modalanalyse. 3. Aufl. Braunschweig Wiesbaden : Vieweg, 1992 • Tietze, U. Schenk C.: Halbleiter-Schaltungstechnik. 12. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2002 • Skript • Zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443701 Vorlesung Experimentelle Methoden der Strukturmechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit31 h, Selbststudium59 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 44371 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • 44372 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik (USL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, zahlreiche Exponate
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 44660 Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren

2. Modulkürzel:	060120131	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen einen Überblick über die Discontinuous-Galerkin- Verfahren welche aktuell Thema der Forschung sind. Die Studierenden haben eine Vorstellung über die Eigenschaften, das Potential und die Anwendbarkeit dieser Verfahren. Sie sind zudem in der Lage je nach Anwendung die richtige Variante des DG Verfahrens zu wählen.
13. Inhalt:	Nötige mathematische Grundlagen wie etwa Interpolation und Projektion bilden die Grundlage der Vorlesung. Anhand eines 1D Problems wird das DG-Vefahren hergeleitet und die nötigen Bausteine erläutert. Ausgehend davon, wird das DGVerfahren für mehrere Dimensionen hergeleitet und verschiedene Varianten konstruiert und diskutiert. Fokus liegt dabei auf Diskretisierungen mit Dreiecksgittern und Viereckgittern, wobei auch die Approximation mit gekrümmten Elementen diskutiert wird. Die Umsetzung des Verfahrens in einem Rechenprogramm wird erläutert und den Studierenden zur Verfügung gestellt.
14. Literatur:	Ein Skript wird zur Verfügung gestellt. "Nodal Discontinuous Galerkin Methods von Jan Hesthaven und Tim Warburton "Implementing Spectral Methods for Partial Differential Equations von David Kopriva Weitere Lehrbücher werden in der Vorlesung angegeben
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446601 Vorlesung Konstruktion von Discontinuous Galerkin Verfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44661 Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44800 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen

2. Modulkürzel:	060600114	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Hans-Jürgen Ertelt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Methoden zur Beurteilung der Schädigung von schwingend beanspruchten Konstruktionen des Maschinenwesens und speziell der Luft- und Raumfahrt. • Sie beherrschen die rechnerischen und experimentellen Verfahren bzw. Konzepte zur Abschätzung der Lebensdauer einer Konstruktion und deren Elemente. Sie sind in der Lage, Ergebnisse der Lebensdauerabschätzung kritisch zu hinterfragen und zu beurteilen. • Sie kennen die Unterschiede zwischen zügigen und zyklischen Materialkennwerten und beherrschen die Prüftechniken zur Ermittlung dieser Kennwerte. • Die Studierenden sind vertraut mit den verschiedenen Verfahren zur Analyse und Synthese von Betriebsbeanspruchungen und wissen diese bei den unterschiedlichen Schadensakkumulationsmodellen entsprechend zu berücksichtigen. Sie sind vertraut mit den aktuellen problemorientierten Standard-Last-Zeit-Sequenzen. • Die Studierenden sind in der Lage, die Festigkeit rissbehafteter Bauteile zu bestimmen, unter Berücksichtigung des entsprechenden Spannungs- bzw. Verformungszustandes. • Sie kennen die verschiedenen Bruchmechanik-Parameter und deren vornehmliche Anwendungsbereiche sowie Vorgehensweisen zur Bestimmung des Rissfortschritts unter zyklischer Bauteilbeanspruchung. • Die Studierenden sind vertraut mit dem Festigkeitsverhalten rissbehafteter Bauelemente. • Sie kennen das Griffithsche Energiekriterium, das K-Konzept (Spannungsintensitätsfaktoren), das R-Kurven Konzept und die verschiedenen Beanspruchungsmodi sowie die entsprechenden Gleichungssysteme zur Beschreibung der Spannungen bzw. Verformungen in unmittelbarer Rissspitzen-Umgebung. • Sie sind vertraut mit den Prüftechniken und Methoden zur experimentellen Bestimmung bruchmechanischer Kennwerte.

13. Inhalt:	Materialermüdung I Die Inhalte in „Materialermüdung I“ beziehen sich im Wesentlichen auf das sogenannte Nennspannungskonzept. • Einstufenversuch (Wöhlerversuch) • Ermüdungsfestigkeit - Mechanismus und Einflüsse • Statistische Auswertung • Zählverfahren • Betriebsfestigkeitsversuche • Schadensakkumulation • Analyse und Synthese von Lastabläufen Bruchmechanik I Die Vorlesungsinhalte in „Bruchmechanik I“ beschäftigen sich vornehmlich mit der sogenannten Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEB) bzw. mit der Modifizierten-Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEBM), d.h. es werden keine bzw. nur sehr kleine plastische Verformungen um die Rissspitze zugelassen. Materialermüdung II Im „Materialermüdung II“ werden die Studierenden mit dem heute vielfach angewendeten sogenannten Lokalen Konzept vertraut gemacht. Die Schadensakkumulationsverfahren werden dargestellt und die Möglichkeiten und Grenzen dieses Konzepts aufgezeigt. Die Studierenden kennen die vereinfachten Verfahren zur Bestimmung der Spannungs-Dehnungs-Pfade, die sich unter unregelmäßig schwingender Beanspruchung um die Rissspitze ausbilden und sind vertraut, diese in die Abschätzung der Bauteillebensdauer einzubeziehen. Die Studierenden sind in der Lage sowohl bei Konstant-Amplituden-Belastung (Wöhler-Belastung) als auch unter Betriebsbelastungen, den Rissfortschritt in einem Bauteil rechnerisch zu erfassen. Bruchmechanik II In „Bruchmechanik II“ werden die Studierenden vertraut mit dem Bruchverhalten angerissener duktiler Werkstoffe, d.h. mit dem Bruchverhalten von Materialien und Konstruktionselementen, bei denen sich im Versagensfall größere plastische Verformungen um die Rissspitze ausbilden (CTOD- Konzept, J-Integral). Die Studierenden kennen die verschiedenen Berechnungsverfahren und die experimentellen Methoden zur Bestimmung der entsprechenden kritischen Kennwerte.
14. Literatur:	Jürgen Ertelt, Skript zur Vorlesung, jährlich aktualisiert, mit Verweisen, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448001 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik I • 448002 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Materialermüdung und Bruchmechanik I, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Materialermüdung und Bruchmechanik II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 120 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44801 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 44840 Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation

2. Modulkürzel:	060120301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Uwe Iben Jan Schlottke
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Vorlesung 1**:** Ein- und Mehrphasenströmungen in deren Anwendung in der Industrie Die Studierenden • wissen, was Mehrphasenströmungen sind • wissen, was Kavitation ist • wissen, was Luftausgasung ist • wissen, wie man Modelle für Phasenübergang und Luftausgasung erstellt und anwendet • verstehen, warum Strömungsmechanik und Thermodynamik so eng miteinander verbunden sind • wissen, was Zustandsgleichungen für Flüssigkeiten sind • wissen, wie man für technische Fragestellungen, bei denen Mehrphasenströmungen zugrunde liegen, Lösungsansätze findet. Hierzu gibt es verschiedene Beispiele unterschiedlicher Komplexität. Vorlesung 2**:** Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen Die Studierenden • geben Vorkommen und Relevanz von Mehrphasenströmungen in Wissenschaft und Technik wieder • beschreiben die physikalischen Grundlagen von Mehrphasenströmungen und stellen verschiedene Formen von Mehrphasenströmungen gegenüber • wählen anhand der zu betrachtenden Strömung das geeignete Simulationsverfahren und passende Modellansätze aus • analysieren durch Simulation gewonnene Ergebnisse
13. Inhalt:	Vorlesung 1: Ein-und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie Grundlagen der Strömungsmechanik

	Hydrostatik Zugspannungen in Flüssigkeiten Kräfte auf Wände Fliessverhalten Strömungsformen Kompressibilität, Schallgeschwindigkeit Kompression und Expansion von kompressiblen Flüssigkeiten Zustandsänderungen Grundgleichungen der Strömungsmechanik Navier-Stokes-Gleichungen Eindimensionale Erhaltungsgleichungen Das p-System Unstetige Querschnittsänderungen Numerische Berechnung des Verlustbeiwertes Anwendung der Grundgleichungen 6 Beispiele aus verschiedenen industriellen Anwendungen Zweiphasenströmungen Modellierung von kavitierenden Strömungen Barotrope Zweiphasenströmungen Homogene Gleichgewichtszweiphasenströmung Inhomogene Zweiphasenströmungen Stoffübergang an der Phasengrenze Verdampfen und Kondensieren von reinen Flüssigkeiten Numerische Auswertung Blasendynamik Luftgehalt in Flüssigkeiten Stossfronten im Zweiphasengebiet Koaliszenz von zwei Luftblasen in Flüssigkeit Fluid-Partikel-Strömungen Reibungsmodelle für 1D-Strömungsmodelle Eigenfrequenz hydraulischer Systeme Vorlesung 2: Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen Grundlagen von Mehrphasenströmungen, Vorkommen und Relevanz, Klassifizierung Numerische Grundlagen für die Simulation von Mehrphasenströmungen Euler-Euler Verfahren am Beispiel von Flüssig-Gas-Systemen Euler-Lagrange Verfahren
14. Literatur:	Vorlesung 1: Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendung in der Industrie Powerpoint-Folien werden als Skript zur Verfügung gestellt, weiterhin wird ein Skript auf ILIAS bereitgestellt. Bücher: Yeoh und Tu: Computational Techniques for Multiphase Flows, 2009 Prosperetti und Tryggvason: Computational Methods for Multiphase Flow, 2007 Tryggvason, Scardovelli und Zaleski: Direct Numerical Simulations of Gas-Liquid Multiphase Flows, 2011 Drew und Passman: Theory of Multicomponent Fluids, 1999 Clift, Grace und Weber: Bubbles, Drops, and Particles, 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448401 Vorlesung Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	44841	Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik	

Modul: 44850 Messverfahren des Wärmetransports

2. Modulkürzel:	060700181	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Rico Poser
9. Dozenten:	Poser, Rico; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Wärmeübertragung / Wärmestrahlung
12. Lernziele:	Die Studierenden können • theoretische Grundlagen und Messprinzipien verschiedener Temperatur-, Wärmeleitfähigkeits- und Wärmestrommessverfahren erklären. • problemrelevante, dimensionslose Kennzahlen identifizieren und mit deren Hilfe Versuche auslegen und planen. • geeignete Messverfahren für eine gestellte Messaufgabe hinsichtlich des Wärmetransports auswählen und den zugehörigen Versuchsaufbau beschreiben. • wesentliche Annahmen bei einer Versuchsauswertung begründen. • Lösungsansätze zur Versuchsauswertung aufstellen. • wichtige Einflussgrößen zur Messfehlerabschätzung diskutieren.
13. Inhalt:	• Grundlagen zu Wärmetransport, Wärmeübergangskoeffizient, Erhaltungsgleichungen, dimensionslosen Kennzahlen • Messprinzipien verschiedener Temperaturmessverfahren (z.B. Widerstandsthermometer, Thermoelemente, Thermalfarben, Temperatursensitive Farben, Thermochromatische Flüssigkristalle, Infrarot), Anwendung der Messverfahren in der Praxis (z.B. Einbausituationen, Fehlerquellen) • Messprinzipien verschiedener Wärmeleitfähigkeitsmessverfahren (z.B. stationäre Verfahren, instationäre/transiente Verfahren) • Messprinzipien verschiedener Wärmestrommessverfahren (z.B. Wand-Wärmestromsensoren, stationäre Verfahren, instationäre/transiente Verfahren, Analogien), Anwendung der Messverfahren in der Praxis (z.B. am Originalbauteil, an Modellen, stationär vs. rotierend, Postprocessing, Fehlerbetrachtungen)
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung (Entwurf) Eckert und Goldstein: Measurements in Heat Transfer, 2nd Ed., 1976

	Bernhard: Handbuch der Technischen Temperaturmessung, 2014 Incropera und DeWitt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 1996 Tropea, Yarin und Foss: Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer, 2007
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448501 Vorlesung Messverfahren des Wärmetransports
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44851 Messverfahren des Wärmetransports (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Folienpräsentation, Anschauungsmaterial, 1x Labortermin, 1x Praxistermin (am PC)
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44910 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen

2. Modulkürzel:	060120302	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Schlottke, Jan; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre, Wärmeübertragung
12. Lernziele:	Die Studierenden • geben Vorkommen und Relevanz von Mehrphasenströmungen in Wissenschaft und Technik wieder. • beschreiben die physikalischen Grundlagen von Mehrphasenströmungen und stellen verschiedene Formen von Mehrphasenströmungen gegenüber. • wählen anhand der zu betrachtenden Strömung das geeignete Simulationsverfahren und passende Modellansätze aus. • analysieren durch Simulation gewonnene Ergebnisse.
13. Inhalt:	• Grundlagen von Mehrphasenströmungen, Vorkommen und Relevanz, Klassifizierung • Numerische Grundlagen für die Simulation von Mehrphasenströmungen • Euler-Euler Verfahren am Beispiel von Flüssig-Gas-Systemen • Euler-Lagrange Verfahren • Simulation von Strömungen mit freier Oberfläche, Verfahren mit Auflösung der Phasengrenzfläche (Volume of Fluid, Level-Set)
14. Literatur:	Yeoh und Tu: Computational Techniques for Multiphase Flows, 2009 Prosperetti und Tryggvason: Computational Methods for Multiphase Flow, 2007 Tryggvason, Scardovelli und Zaleski: Direct Numerical Simulations of Gas-Liquid Multiphase Flows, 2011 Drew und Passman: Theory of Multicomponent Fluids, 1999 Clift, Grace und Weber: Bubbles, Drops, and Particles, 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449101 Vorlesung Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44911 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folienpräsentation, praktischer Teil

20. Angeboten von: Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44940 Numerische Verbrennungssimulation

2. Modulkürzel:	060800101	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Peter Gerlinger
9. Dozenten:	Peter Gerlinger
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen: die theoretischen Grundlagen zur numerischen Simulation von Brennkammerströmungen (Verbrennung) Diffusionsprozesse in Flammen und deren Beschreibung Auswirkungen der physikalischen und chemische Vorgänge bei der Verbrennung auf deren numerische Simulation Schwierigkeiten (und deren Ursachen) bei Verbrennungssimulationen Methoden zur stabilen Simulation von Verbrennung
13. Inhalt:	Transportgleichungen zur Beschreibung von Verbrennungsprozessen Diffusiver Wärme- und Stofftransport Der chemische Produktionsterm in den Speziesgleichungen Diskretisierung und numerische Lösungsansätze Ursachen steifer Gleichungssysteme in der Verbrennung Stabilitätsanalyse Homogene Reaktionssysteme Numerische Verfahren für steife Gleichungssyteme Punkt-Implizite Lösungsansätze etc
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung P. Gerlinger, Numerische Verbrennungssimulation E. Oran, J.P. Boris, Numerical Simulation of Reactive Flows
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449401 Vorlesung Numerische Verbrennungssimulation • 449402 Tutorium/Übung Numerische Verbrennungssimulation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Numerische Verbrennungssimulation, Vorlesung: 62 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 34 h) Numerische Verbrennungssimulation, Tutorium/Übungen: 28 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44941 Numerische Verbrennungssimulation (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verbrennungstechnik für Luft- und Raumfahrtantriebe

Modul: 45000 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren

2. Modulkürzel:	060120132	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über DG-Verfahren und verschiedene Implementierungsstrategien. Sie besitzen Kenntnis über die einzelnen nötigen Bausteine und können diese implementieren. Zudem haben sie eine Vorstellung über den allgemeinen Programmablauf.
13. Inhalt:	Es werden die wichtigsten Bausteine und Operatoren des DG-Verfahrens hergeleitet, implementiert und zur Verfügung gestellt. Besonderer Fokus liegt auf der Beurteilung der Effizienz verschiedener Varianten. Jeder Studierende erhält eine Programmieraufgabe im Kontext von DG-Verfahren welche mit einer beliebigen Programmiersprache umgesetzt werden soll.
14. Literatur:	Ein Skript wird zur Verfügung gestellt. Ein dokumentierter Code wird zur Verfügung gestellt. "Nodal Discontinuous Galerkin Methods von Jan Hesthaven und Tim Warburton "Implementing Spectral Methods for Partial Differential Equations von David Kopriva Weitere Lehrbücher werden in der Vorlesung angegeben
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450001 Vorlesung Programmierung von Disontinuous Galerkin Verfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45001 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 45210 Strömungsmesstechnik

2. Modulkürzel:	060110162	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Wuerz
9. Dozenten:	Uwe Gaisbauer Werner Wuerz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die einschlägige Strömungsmesstechnik sowie die Messverfahren und die zugehörigen Versuchsanlagen. Sie sind in der Lage Messaufnehmer und Messsonden sowie digitale Datenerfassung einzusetzen
13. Inhalt:	Grundlagen der Strömungsmesstechnik und zugehöriger Datenerfassung sowie digitaler Signalaufbereitung, Messverfahren im Hinblick auf Kraftmessungen, Druckmessungen, Temperaturmessungen, Schubspannungsmessung, Geschwindigkeits- und Richtungsmessungen, optische Strömungsmessverfahren, Aufbau und Funktionsweise von subsonischen Windkanälen und Versuchsanlagen, transsonischen, Überschall und Hyperschallwindkanälen
14. Literatur:	Skript, W. Nitsche: Strömungsmesstechnik, Springer-Verlag Berlin (1994) ISBN 3-540-54467-4 J.B. Barlow, W.H. Rae, A. Pope: Low-Speed Wind Tunnel Testing Wiley Interscience New York (1999), ISBN 0-471-55774-9
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452101 Vorlesung Strömungsversuchs- und Messtechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45211 Strömungsmesstechnik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 45220 Strömungsmesstechnik und Visualisierung

2. Modulkürzel:	060110161	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Wuerz
9. Dozenten:	Uwe Gaisbauer Werner Wuerz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die einschlägige Strömungsmesstechnik sowie die Messverfahren und die zugehörigen Versuchsanlagen. Sie sind in der Lage Messaufnehmer und Messsonden sowie digitale Datenerfassung einzusetzen. Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse der eingesetzten Verfahren und Methoden zur experimentellen Strömungsvisualisierung
13. Inhalt:	Grundlagen der Strömungsmesstechnik und zugehöriger Datenerfassung sowie digitaler Signalaufbereitung,Messverfahren im Hinblick auf Kraftmessungen, Druckmessungen, Temperaturmessungen, Schubspannungsmessung, Geschwindigkeits- und Richtungsmessungen, optische Strömungsmessverfahren, Aufbau und Funktionsweise von subsonischen Windkanälen und Versuchsanlagen, transsonischen, Überschall und Hyperschallwindkanälen, Laborversuche begleitend zu den Themenbereichen der Vorlesung, Grundlagen und Verfahren zur experimentellen Strömungsvisualisierung, Laserlichtschnittverfahren, Folgeverhalten von Tracern, Rauch/ Farbzuführungsverfahren, Wandanstrichverfahren, Infrarottechnik, optische Verfahren
14. Literatur:	Skript, W. Nitsche: Strömungsmesstechnik, Springer-Verlag Berlin (1994) ISBN 3-540-54467-4 J.B. Barlow, W.H. Rae, A. Pope: Low-Speed Wind Tunnel Testing Wiley Interscience New York (1999), ISBN 0-471-55774-9 A.J. Smits, T.T. Lim: Flow Visualisation, Imperial College Press London (2000) ISBN 1-86094-193-1
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452201 Vorlesung Strömungsversuchs- und Messtechnik • 452202 Laborseminar Strömungsversuchs- und Messtechnik • 452203 Vorlesung Strömungsvisualisierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Strömungsversuchs- und Messtechnik, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Strömungsversuchs- und Messtechnik, Labor: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Strömungsvisualisierung, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	45221	Strömungsmesstechnik und Visualisierung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen	

Modul: 45320 Turbulenz

2. Modulkürzel:	060110152	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist
9. Dozenten:	Grazia Lamanna Sebastian Spring Peter Gerlinger Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen: die theoretischen Grundlagen zur Beschreibung turbulenter Strömungen Modellierungsansätze (Wirbelviskositätsmodelle, Reynolds-Spannungsmodelle) die Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS Anwendungsbeispiele mit CFD ausgewählte Turbulenzmodelle und Transportgleichungsmodelle Large-Eddy Simulation und hybride Verfahren turbulente Mischung und Verbrennung Fragen der Validierung und Implementierung typische Anwendungsergebnisse
13. Inhalt:	I. • Einführung in die Turbulenz • Statistische Beschreibung der Turbulenz • Schließungsproblem • Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS • Klassische Turbulenzmodelle: Überblick II. • algebraische Modelle • Ein- und Zweigleichungsmodelle • Reynolds-Stress-Modelle • Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion • Grobstruktursimulation
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ferziger, Peric: Computational fluid dynamics David C. Wilcox: Turbulence Modeling for CFD

	John L. Lumley, First Course of Turbulence Stephen B. Pope, Turbulent Flows
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453202 Tutorium Grundlagen der Turbulenzmodellierung • 453203 Vorlesung Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle • 453204 Tutorium Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle • 453201 Vorlesung Grundlagen der Turbulenzmodellierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Grundlagen der Turbulenzmodellierung, Vorlesung: 105 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 70 h) Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h) Gesamt: 195 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 125 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45321 Turbulenz (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verbrennungstechnik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 45340 Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen

2. Modulkürzel:	060400110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Klaus Kuhn
9. Dozenten:	Klaus Kuhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen das Zusammenspiel der Versuche während des Triebwerks- und Komponentenentwicklungs-programms. Die Studierenden verstehen den komplexen Begriff der ``compliance. Die Studierenden verstehen welche Größen an den Versuchsträgern während der Entwicklung gemessen werden. Sie verstehen die Zielsetzung dieser Messungen an Hand von Beispielen. Die Studierenden kennen die Instrumentierung in Gasturbinen. Der Aufbau und die Funktionsweise von Prüfständen sind bekannt. Die Studierenden kennen die Messungen am Triebwerk im Rahmen des Flugversuches.
13. Inhalt:	Regelkonformes Vorgehen bei Triebwerks- und Komponentenentwicklungsprogrammen • Compliance im Versuch • Normen und Vorschriften • Grundlagen der wichtigsten Messverfahren • Instrumentierung der Versuchsträger • Messverfahren zur Bestimmung der Strömungsgrößen in Turbomaschinen • Schub- und Durchsatzmessung • Vermessung von Kennfeldern • Traversiermessungen mit Sonden, Rechen und Verstelleinrichtungen • Messunsicherheit und deren Konsequenz • Aufbau und Betrieb von Prüfständen für Gasturbinen und deren Komponenten • Umsetzung einer Messaufgabe am Kleinverdichterprüfstand
14. Literatur:	Prüfstände im Triebwerksbau, K. Kuhn , Institut für Luftfahrtantriebe.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453401 Vorlesung Versuchs- und Messtechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45341 Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45670 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D

2. Modulkürzel:	060600116	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Karsten Keller Michael Reck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Finite Elemente II (Diskretisierung II) Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Methode der Finite Elemente für die Anwendung in der Strukturmechanik im Hinblick auf Flächen- und räumliche Tragwerke. Sie können dann außerdem mit weiteren Elementmodellen zur Berechnung dieser Tragwerke umgehen. Die Studierenden sind somit mit 2D- und 3D-Formulierungen im Bereich der Finiten Elemente Methode vertraut und können diese mit theoretischem Unterbau und Verständnis anwenden. Statik III (Einführung in die Plattentheorie) Platten sind ein wichtiges Bauelement für den Ingenieur, das wie der Balken Belastungen über Biegung abträgt. Die Studierenden lernen die Unterschiede zwischen der dünnen Platte, die nur Biegeverformungen aufweist und der dicken Platte, in der noch zusätzlich Schubverformungen zu berücksichtigen sind. Sehr dünne Platten können auch ausbeulen. Die Studierenden können mit der klassischen Theorie beider Plattenmodelle umgehen und das Tragverhalten der Platte sowie die plattenspezifischen Größen wie Ersatzschubkraft und Eckenkraft bestimmen.
13. Inhalt:	Finite Elemente II • Grundlagen zur Lösung der linearen Randwertaufgabe der Elastostik mit Finiten Elementen • Variationsprinzipe, Einfeld- und Mehrfeldprinzipe • Erstellen der Finite Elementematrizen von Verschiebungsmodellen • Steifigkeitsmatrix, Konvergenz • Assemblierung des Tragwerks, Freiwertebasenwechsel • Lösung des Gleichungssystems, Berechnung der Lagerreaktionen

	• Berechnung der Eigenfrequenzen und Beullasten • Praxisorientierte Finite Elemente • mechanische Verhalten der Elementmodelle in Beispielen • (Einfluss der verwendeten Integration und Elementverzerrung) Statik III • Vorstellung der Theorie der dünnen Platte nach Kirchhoff, Differentialgleichung für die Rechteckplatte und Kreisplatte • Analytische Lösung der Differentialgleichung nach Navier und Levy-Nadai und Näherungslösung nach Ritz • Theorie der schubweichen dicken Platte nach Reissner, Aufstellen der Differentialgleichung und analytische Behandlung eines Spezialfalls • Einführung in die klassische Laminattheorie. Durchführen der Dickenintegration und Aufstellen der Steifigkeitsbeziehung mit der Kopplung von Scheibe und Platte • Ausbeulen der dünnen Platte • Vorlesungsbegleitende Übungsbeispiele
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Literatur zu Finite Elemente II: J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 1, Grundlagen, Matrixmethoden, elastisches Kontinuum, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2003 J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 2, Variationsrechnung, Energiemethoden, Näherungslösungen, Nichtlinearitäten, numerische Integration, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2004 K. J. Bathe, Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, zweite Auflage, 2002 O. C. Zienkiewicz, The Finite Element Method, McGraw-Hill, Book Company. (Deutsche Übersetzung als Hanser Fachbuch), Third edition, 1977 K. Knothe, H. Wessels, Finite-Elemente, Eine Einführung für Ingenieure, Springer Verlag, Heidelberg, vierte Auflage, 2008 Literatur zur Statik III: A. Nadai: Elastische Platten, 1.Aufl., Springer Verlag, Berlin (1925) K. Girkmann: Flächentragwerke, 5.Aufl., Springer Verlag, Wien (1959) S. P. Timoshenko, S. Woinowski-Krieger: Theory of Plates and Shells, 2.Aufl., MacGraw-Hill Book Co., New York (1959)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 456701 Vorlesung Diskretisierungsmethoden in der Statik und Dynamik • 456702 Vorlesung Einführung in die Plattentheorie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Finite Elemente II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Statik III, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 120 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45671 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Finite Elemente III (Diskretisierung III), Nichtlineare Finite Elemente
19. Medienform:	Visualizer, PowerPoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 48380 Messtechnik in der Luft- und Raumfahrttechnik

2. Modulkürzel:	060400120	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Carlo Daniel Monjaraz Tec
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die wichtigsten Messverfahren sowie -techniken kennen, welche in der Luft- und Raumfahrttechnik eingesetzt werden. Sie kennen die physikalischen Prinzipien hinter den Messverfahren sowie die Vor- bzw. Nachteile der Verfahren. Die Studenten haben die Fähigkeit, geeignete Messtechniken für verschiedene Anwendungen zu identifizieren.
13. Inhalt:	Verschiedene Vorträge zu Messverfahren aus den folgenden Bereichen: - Strömungsmechanik: Druckmesstechnik, Hitzdrahtanemometrie - Thermodynamik: Wärmeübertragungsvorgänge, Tropfenuntersuchungen - Raumfahrt: Satellitengestützte Messverfahren - Windenergie: Wind-, Belastungs- und Leistungsmessungen an Windenergieanlagen - Flugzeugbau: UAVs als Messplattformen - Verbrennung: Emissionsmessung an Fluggasturbinen und Brennkammern - Luftfahrtsysteme: Flugmesstechnik - Regelungstechnik: Schätzverfahren Darüber hinaus gibt es noch einen Vortrag bezüglich der Thematik der Messunsicherheiten und Messfehler sowie einen Einführungsvortrag in LabVIEW.
14. Literatur:	Profos, Paul, Pfeifer, Tilo: Grundlagen der Meßtechnik. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 5. Auflage, 1997.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 483801 Vorlesung Messtechnik in der Luft- und Raumfahrttechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48381 Messtechnik in der Luft- und Raumfahrttechnik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb

20. Angeboten von: Luftfahrtantriebe

Modul: 49610 Modellbildung für Finite Elemente I + II

2. Modulkürzel:	060600122	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Ernst Schrem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente
12. Lernziele:	Die Studierenden haben ihre Grundlagenkenntnisse durch anwendungsorientierte Kenntnisse erweitert, dies befähigt sie zum praktischen Einsatz der Methode der Finiten Elemente. Dies im Besonderen bei der linearelastischen Berechnung von Bauteilen und Tragwerken: Lastabtragung, Verformungen (Steifigkeit), Festigkeit (Spannungen), Eigenschwingungen (Dynamik). Die Studierenden können damit konstruktionsbegleitende Berechnungen durchführen, die immer größere Bedeutung erlangt gegenüber der reinen Nachrechnung bereits festgelegter Konstruktionen. Sie können z.B. als Berechnungsingenieur als Partner des Konstrukteurs von Anfang an im Konstruktionsprozeß unterstützen. Sie können dabei bereits in einer sehr frühen Phase durch die Modellierung, Berechnung und Bewertung von Zwischenlösungen einen wesentlichen Beitrag zur effizienten Produktentwicklung und zu besonders hochwertigen Ergebnissen liefern.
13. Inhalt:	Teil I: Grundlagen der Modellbildung, Kontinua und Diskrete Systeme, Element-Netze, Festlegung der Systemgrenze, Lagerung, Diskretisierung der Belastung, Darstellung und Interpretation der Spannungsfelder. Teil II: Diskrete mechanische Systeme, lineare Kinematik, Gleichgewichtskräftesysteme und Kraftfluss im Inneren, Aufbau und Lösung der Systemgleichungen der Statik und Dynamik, Voraussetzungen für Modellvereinfachungen, elastomechanischer Kontakt, redundante Freiheitsgrade.
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript, E. Schrem: Diskrete Mechanische Systeme (als pdf)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496101 Vorlesung Modellbildung für Finite Elemente I + II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49611 Modellbildung für Finite Elemente I + II (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49620 Modellbildung für Finite Elemente I

2. Modulkürzel:	060600121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Ernst Schrem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente
12. Lernziele:	Die in den Basiskursen vermittelten Grundlagen werden durch anwendungsorientierte Kenntnisse erweitert, welche beim praktischen Einsatz der Methode der Finiten Elemente benötigt werden. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der linearelastischen Berechnung von Bauteilen und Tragwerken: Lastabtragung, Verformungen (Steifigkeit), Festigkeit (Spannungen), Eigenschwingungen (Dynamik). Die Studierenden können im Besonderen dabei die konstruktionsbegleitende Berechnung berücksichtigen, die immer größere Bedeutung erlangt gegenüber der reinen Nachrechnung bereits festgelegter Konstruktionen. Hier ist der Berechnungsingenieur als Partner des Konstrukteurs von Anfang an in den Konstruktionsprozeß eingebunden. Er kann dabei bereits in einer sehr frühen Phase durch die Modellierung, Berechnung und Bewertung von Zwischenlösungen einen wesentlichen Beitrag zur effizienten Produktentwicklung und zu besonders hochwertigen Ergebnissen liefern.
13. Inhalt:	Teil I: Grundlagen der Modellbildung, Kontinua und Diskrete Systeme, Element-Netze, Festlegung der Systemgrenze, Lagerung, Diskretisierung der Belastung, Darstellung und Interpretation der Spannungsfelder.
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript, E. Schrem: Diskrete Mechanische Systeme (als pdf)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496201 Vorlesung Modellbildung für Finite Elemente I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49621 Modellbildung für Finite Elemente I (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49630 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden

2. Modulkürzel:	060600113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	André Haufe
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vertiefte Kenntnisse in Mechanik und Statik
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit den Simulationsmethoden zur Abbildung strukturmechanischer Prozesse in der Kurzzeitdynamik vertraut. Sie können die Unterschiede zur impliziten zeitintegrationsverfahren aufzeigen und die speziellen Anwendungen und Anforderungen im industriellen Einsatz diskutieren. Sich hieraus ergebende Anforderungen an die Modellbildung (Werkstoffmodelle, diverse Diskretisierungen, Verifikation und Validierung von Modellen) sind den Studenten bekannt. Der Einfluss von Diskretisierungsgrößen wie z.B. Zeitschrittgröße oder Elementgröße auf die Qualität und Belastbarkeit von Berechnungsergebnisse sind verstanden. Die Studierenden kennen die Anforderungen an die Simulation aus Industriesicht.
13. Inhalt:	• Einführung und Übersicht aktueller Anwendungen für explizite Zeitintegrationsverfahren in der FEM • Zeitintegration und Diskretisierung mit Finiten Elementen / Unterschiede zu Impliziten Verfahren • Effekte materieller Nichtlinearitäten der FEM im Industrieeinsatz • Gebräuchliche Materialformulierungen und Implementierung • Modelltechnik und -aufbau großer Impaktmodelle (z.B. Crashmodelle) • Fluid-Struktur-Interaktion für explizite Zeitintegration (Airbag-Entfaltung) • Validierung und Verifikation von Berechnungsmodellen in der Industriepraxis

14. Literatur:	Belytschko, T., Liu, W.K., Moran, B.: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Jpohn Wiley und Sons, LTD, ISBN 0-471-98773-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496301 Vorlesung Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49631 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II)

2. Modulkürzel:	060600123	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Michael Reck
9. Dozenten:	Michael Reck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten lernen, für beliebige statische Kontinuumsprobleme Finite Elemente herzuleiten. Sie sind durch das Verständnis der Theorie der Finiten Elemente in der Lage, die Eigenschaften und die Güte der Finite-Elemente-Approximation auch ohne Rechnung abzuschätzen.
13. Inhalt:	• Variationsrechnung • Verfahren von Ritz, Trefftz und Galerkin • Ansatzfunktionen • Berechnung des linearen Gleichungssystems der FE: Steifigkeit und konsistente Lasten • Assemblierung der Elementmatrizen • Isoparametrische Transformation • Numerische Integration • Berechnung abgeleiteter Größen • Eigenschaften von FE-Approximationen
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Zusätzliche Übungen J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 1, Grundlagen, Matrixmethoden, elastisches Kontinuum, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2003 J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 2, Variationsrechnung, Energiemethoden, Näherungslösungen, Nichtlinearitäten, numerische Integration, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2004 K. J. Bathe, Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, zweite Auflage, 2002 O. C. Zienkiewicz, The Finite Element Method, McGraw-Hill, Book Company. (Deutsche Übersetzung als Hanser Fachbuch), Third edition, 1977

	K. Knothe, H. Wessels, Finite-Elemente, Eine Einführung für Ingenieure, Springer Verlag, Heidelberg, vierte Auflage, 2008
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496401 Vorlesung Finite Elemente II (Diskretisierung II)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49641 Finite Elemente II (Diskretisierung II) (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Finite Elemente III (Diskretisierung III) Nichtlineare Finite Elemente
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49650 Finite Elemente III (Diskretisierung III)

2. Modulkürzel:	060600111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	Tim Ricken
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente II (Diskretisierung II)
12. Lernziele:	Die Studierenden sind bereits mit den Grundlagen der Finiten Elemente vertraut. Sie können die numerische Methode der finiten Elemente auf zeitlich veränderliche physikalische Probleme anwenden. Die Studierenden sind mit weiteren relevanten Grundlagen in den Fächern der finiten Differenzen und der Variationsrechnung vertraut. Die sich aus der theoretischen Formulierung ergebenden numerischen Prinzipien können in den Fächern der Thermodynamik und Dynamik angewandt werden, so dass der Studierende ein vertieftes Verständnis für das implizite sowie explizite Verfahren, die integralen Methoden und die Methode der Least-Squares besitzt.
13. Inhalt:	• Finite Differenzen. Zusammenfassung und Beispiele in der Mechanik. • Variationsrechnung. Was ist der Unterschied zwischen der Differential- und Variationsrechnung? • Herleitung des Prinzips der virtuellen Arbeit mittels der Variationsrechnung.Findet eine Energieerhaltung oder ein Verlust an Energie in der Mechanik statt? • Darstellung der globalen und lokalen Variationsbetrachtungen. • Darstellung und Vergleich der Variationsmethoden im Raum: Rayleigh-Ritz, Galerkin, Kollokation, Least-Squares, • Variationsmethoden in der Thermodynamik: implizites- / explizites- / Crank-Nicolson Verfahren, Galerkin- Verfahren, Kollokationsbetrachtung, Least-Squares-Verfahren, Time-Discontinuous-Verfahren. • Lokale und globale Variationsmethoden in der Dynamik: Rayleigh-Ritz, Galerkin-Verfahren, Least-Squares Verfahren, implizite- / explizites-Verfahren, Time-Discontinuous-Verfahren.in der Zweifeldformulierung. • Stabilitätsbetrachtung der expliziten thermodynamischen und dynamischen Verfahren. • Nicht lineare Gleichungssysteme, resultierend aus nicht linearen Differentialgleichungen.

14. Literatur:	J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure, Band I und IIW. Wunderlich, Mechanics of structures, Variational and computational methods
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496501 Vorlesung Finite Elemente III
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49651 Finite Elemente III (Diskretisierung III) (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Visualizer, PowerPoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49660 Nichtlineare Finite Elemente

2. Modulkürzel:	060600124	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Michael Reck
9. Dozenten:	Michael Reck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente II
12. Lernziele:	Die Studenten lernen anhand von geometrischen Nichtlinearitäten, wie bei einer nichtlinearen Finite-Elemente-Analyse vorgegangen wird. Mithilfe von einfachen Beispielen lernen sie, wie nichtlineare Finite Elemente hergeleitet und die nichtlinearen Modellgleichungen mit der Methode der Finiten Elemente gelöst werden können.
13. Inhalt:	• Einführung in die Tensorrechnung • Einführung in die Kontinuumsmechanik • Formulierung nichtlinearer Probleme in der Mechanik • Herleitung geometrisch nichtlinearer Finiter Elemente • Kritische Punkte und Stabilität • Lösungsmethoden für die nichtlineare Finite-Elemente-Analyse • Ausgewählte Beispiele
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Literatur: • K. J. Bathe. Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, • 1986 • J. T. Oden. Finite Elements of Nonlinear Continua, McGraw-Hill, 1972 • T. Belytschko, W. K. Liu, B. Moran. Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley und Sons, 2000 • M. A. Crisfield. Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Vol. 1:Essentials, John Wiley und Sons, 1997 • H. Schade, K. Neemann. Tensoranalysis, De Gruyter, 2009 • H. Altenbach. Kontinuumsmechanik,Springer-Verlag, 2012
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496601 Vorlesung Nichtlineare Finite Elemente
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49661 Nichtlineare Finite Elemente (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49670 Seminar Angewandte Finite Elemente

2. Modulkürzel:	060600112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	Tim Ricken
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Einführung in die Finite Elemente Methode
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Finite Elemente Methode (FEM) als Werkzeug zur näherungsweisen Berechnung von nichtlinearen mechanischen Randwertproblemen. Ausgehend von der Vorgehensweise bei linearen Berechnungen kennen die Studierenden die Bedeutung von geometrischen und physikalischen Nichtlinearitäten. Weiter können die Studierenden diese Randwertprobleme in eine kommerzielle Software übertragen sowie die Berechnungsergebnisse interpretieren.
13. Inhalt:	FE-Berechnungsprogramme dienen zur Ermittlung von Spannungs- und Verzerrungszuständen räumlicher Systeme. Bedingt durch ihr großes Anwendungsspektrum ist die Verwendung von kommerziellen FE-Berechnungsprogrammen, wie z.B. Ansys und Abaqus, unter Ingenieuren weit verbreitet. In den letzten Jahren wurden diese Programme stetig erweitert, sodass auch nichtlineare und gekoppelte Probleme mit ihnen berechnet werden können. Die gestiegene Komplexität der Programme führt jedoch zu einer größeren Anfälligkeit gegenüber Bedienungsfehler, welche in der Praxis zu fatalen Fehleinschätzungen führen können. Die Veranstaltung zeigt einerseits die Möglichkeiten moderner nichtlinearer Finite-Element Berechnungsprogramme auf und macht andererseits den Studierenden auf Sensibilitäten aufmerksam. Im Einzelnen werden folgende Themen angesprochen: • Grundlagen der nichtlinearen FEM • Diskretisierung und Berechnung von nichtlinearen räumlichen Systemen • Geometrische nichtlineare Berechnungen (Strukturnichtlinearitäten) • Physikalische nichtlineare Berechnungen (nichtlineare Materialgesetze) • Dynamische Analyse • Kontaktprobleme

14. Literatur:	Vortragsfolien + Übungsaufgaben
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496701 Seminar Angewandte Finite Elemente
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 120 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49671 Seminar Angewandte Finite Elemente (PL), Schriftlich und Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 Die Prüfung besteht aus einer Hausarbeit und einer mündlichen Prüfung (30 Min.).
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Visualizer, PowerPoint, PC
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 50040 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I

2. Modulkürzel:	060600125	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Hans-Jürgen Ertelt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Methoden zur Beurteilung der Schädigung von schwingend beanspruchten Konstruktionen des Maschinenwesens und speziell der Luft- und Raumfahrt. • Sie beherrschen die rechnerischen und experimentellen Verfahren bzw. Konzepte zur Abschätzung der Lebensdauer einer Konstruktion und deren Elemente. Sie sind in der Lage, Ergebnisse der Lebensdauerabschätzung kritisch zu hinterfragen und zu beurteilen. • Sie kennen die Unterschiede zwischen zügigen und zyklischen Materialkennwerten und beherrschen die Prüftechniken zur Ermittlung dieser Kennwerte. • Die Studierenden sind vertraut mit den verschiedenen Verfahren zur Analyse und Synthese von Betriebsbeanspruchungen und wissen diese bei den unterschiedlichen Schadensakkumulationsmodellen entsprechend zu berücksichtigen. Sie sind vertraut mit den aktuellen problemorientierten Standard-Last-Zeit-Sequenzen.
13. Inhalt:	Materialermüdung I Die Inhalte in „Materialermüdung I“ beziehen sich im Wesentlichen auf das sogenannte Nennspannungskonzept. • Einstufenversuch (Wöhlerversuch) • Ermüdungsfestigkeit - Mechanismus und Einflüsse • Statistische Auswertung • Zählverfahren • Betriebsfestigkeitsversuche • Schadensakkumulation • Analyse und Synthese von Lastabläufen Bruchmechanik I Die Vorlesungsinhalte in „Bruchmechanik I“ beschäftigen sich vornehmlich mit der sogenannten Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEB) bzw. mit der Modifizierten-Linear-

	Elastischen-Bruchmechanik (LEBM), d.h. es werden keine bzw. nur sehr kleine plastische Verformungen um die Rissspitze zugelassen.
14. Literatur:	Jürgen Ertelt, Skript zur Vorlesung, jährlich aktualisiert, mit Verweisen Ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 500401 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50041 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 51620 Hochtemperatur-Messtechnik

2. Modulkürzel:	060700182	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Rico Poser
9. Dozenten:	Poser, Rico; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Wärmeübertragung / Wärmestrahlung
12. Lernziele:	Die Studierenden können • theoretische Grundlagen der Wärmestrahlung, der Abbildungsoptik und wichtiger Messgeräte der optischen Pyrometrie erklären. • wichtige Begriffe der Hochtemperatur-Messtechnik erläutern und gegenüberstellen. • geeignete Messverfahren für eine gestellte Messaufgabe auswählen und den zugehörigen Versuchsaufbau beschreiben. • Lösungsansätze zur Versuchsauswertung diskutieren. • wichtige Einflussgrößen zur Messfehlerabschätzung beurteilen.
13. Inhalt:	• Grundlagen zu Wärmestrahlung, Abbildungsoptik, Messgeräte der optischen Pyrometrie • Temperaturmessung über Wärmestrahlung der Festkörper und Flüssigkeiten (u.a. Messprinzipien, Vergleichsstrahler, Pseudotemperaturen, Geräte, Emissionsgradbestimmung) • Temperaturmessung über Wärmestrahlung der Gase (u.a. Messprinzipien, Anregung innerer Freiheitsgrade, Ionisierte Gase im Gleichgewicht, Auswerteverfahren, Strahldichtebestimmung, Abel-Inversion zylindersymmetrischer Strahler)
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung (Entwurf) Bernhard: Handbuch der Technischen Temperaturmessung, 2014 Kühlke: Optik - Grundlagen und Anwendungen, 2007 Hartmann: High-temperature measurement techniques for the application in photometry, radiometry and thermometry, 2009 Demtröder: Laserspektroskopie 1 - Grundlagen, 2011
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 516201 Vorlesung Hochtemperatur-Messtechnik • 516202 Praktikum Hochtemperatur-Messtechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Hochtemperatur-Messtechnik, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Hochtemperatur-Messtechnik, Praktikum (freiwillig): 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51621 Hochtemperatur-Messtechnik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:	Projektor, Folienpräsentation, Anschauungsmaterial, Praktikum (freiwillig)
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 52020 Turbulence in Aerospace Engineering

2. Modulkürzel:	060110155	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ewald Krämer
9. Dozenten:	Anna-Marie Schreyer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	The students know where turbulent flows occur in aerospace engineering applications, which effects and side effects can occur, and which relevance turbulent flows have for the design process. The students can explain phenomena related to turbulent flows. They know the theoretical background, and are familiar with simplifications of the fundamental equations for flows in typical application geometries, as well as the limitations of those simplifications. Furthermore, the students are familiar with the typical experimental methods for turbulence measurements in flow fields and geometries relevant for aerospace engineering applications. They know the advantages and drawbacks of the common measurement techniques and are capable to judge and select methodologies that are adequate for a specific case. The students are also capable of analyzing experimental data and to judge the quality of the data, and are able to apply modern post-processing techniques for flows with turbulent structures. They can process and present the gained data in a way that they can be continued to be used by others, e.g. for numerical simulations.
13. Inhalt:	Introduction to turbulence (Fundamentals, specific problems ocurring in engineering applications) Typical geometries for turbulent flows • Channel flow • Developing flows (Boundary layers, free turbulent flows, such as wake flows and jets) • Complex flow fields (Shock wave / turbulent boundary layer interactions) Measurement techniques for turbulent flows Data analysis and error estimation • Statistics (Fundamentals and definitions, correlations) • Errors and uncertainties in measurement data, error propagation • Validation and design of experiments

	• Power spectral density, spectral analysis Proper Orthogonal Decomposition (POD) • Typical applications in fluid dynamics • Reconstruction of flow field, extraction of turbulent structures from experimental data
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 520201 Vorlesung mit Übungen Turbulente Strömungen in der Luft- und Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 52021 Turbulence in Aerospace Engineering (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 • 52022 Projekt Turbulence in Aerospace Engineering (USL), Sonstige, Gewichtung: 1 Presentation of a small project in class Duration: 15 min presentation + 5 min questions
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 57160 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060513111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten Kriterien und Grenzen für die Modellbildung in der Strukturdynamik, • können Freiheitsgrade und kinematische Bindungen identifizieren und in unterschiedlichen Koordinatensystemen beschreiben, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Mehrkörper-Systeme aufstellen, linearisieren und lösen, • können die Bewegungsgleichungen eindimensionaler Kontinua aufstellen und lösen, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen und lösen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit einem Freiheitsgrad berechnen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit mehreren Freiheitsgraden berechnen, • kennen das Verfahren der Modalanalyse mit und ohne Dämpfung,

	• besitzen Grundkenntnisse für den Umgang mit einfachen dynamischen Finite-Elemente-Modellen.
13. Inhalt:	**Veranstaltung Dynamik I:** - Modellierung, Freiheitsgrade und Kinematik bei Mehrkörpersystemen, - Prinzip von d' Alembert, Prinzip der virtuellen Verschiebungen in der Dynamik, - Aufstellung von Bewegungsgleichungen bei Mehrkörpersystemen, - Linearisierung von Bewegungsgleichungen, - Einheitsverschiebungsgesetz in der Dynamik, - Lineare Systeme mit einem Freiheitsgrad, - Freie und erzwungene gedämpfte Schwingungen (harmon., period-, stoßartige Erregung). **Veranstaltung Dynamik II:** - Eigenwertanalyse bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - freie und erzwungene Schwingungen bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - starre Bewegungsmöglichkeiten, - Modalanalyse, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua und deren analytische Lösung, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua mit Finite-Elemente-Modellen, - Dehnstab, Biegestab, Torsionsstab.
14. Literatur:	• Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer, 2002 • Hamel, G.: Theoretische Mechanik. Berlin [u.a.] : Springer, 1978 • Hagedorn, P. , Otterbein, S.: Technische Schwingungslehre. Band 1. Berlin , Heidelberg : Springer, 1987 • Hagedorn, P.: Technische Schwingungslehre. Band 2, Berlin , Heidelberg : Springer, 1989 • Schiehlen, W. , Eberhard, P.: Technische Dynamik. 2. Aufl. Stuttgart [u.a.] : Teubner, 2004 • Skript • zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571601 Vorlesung Dynamik 1 • 571602 Vorlesung Dynamik 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dynamik I, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Dynamik II, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57161 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 80 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Mechanische Systeme
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, kleine Experimente
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 57170 Einführung in die Finite Elemente Methode

2. Modulkürzel:	069901110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I - III, Höhere Mathematik I - III
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten theoretischen Grundlagen zur Modellierung mechanischer Strukturen mit Finiten Elementen, • können die Gleichgewichtsbedingungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen, lösen und auswerten.
13. Inhalt:	- Grundlagen und Anwendungen von Finite-Elemente-Modellen, - Stab-, Balken- und Stab-Balken-Element, - Thermische Lasten und Vorspannung, - Elemente aus Mehrkörpersystemen, - Koordinatentransformationen bei Finiten Elementen, - Zusammenstellung von Gesamtmodellen, - Nachlaufrechnung.
14. Literatur:	Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer, 2002. Munz, C.-D., Westermann, T.: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen. 2. Aufl. Dordrecht [u.a.]: Springer, 2009. Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L.: The finite element method for solid and structural mechanics. 6. Aufl., Nachdruck. Amsterdam [u.a.]: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006. Skript. Zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571701 Vorlesung Einführung in die Finite-Elemente-Methode
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung mit Übungen

17. Prüfungsnummer/n und -name:	57171 Einführung in die Finite Elemente Methode (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1 Schriftliche Prüfung, 45 Min.
18. Grundlage für ... :	Alle folgenden Veranstaltungen zu Finiten Elementen.
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden

2. Modulkürzel:	041600108	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger
9. Dozenten:	Michael Buck Jörg Starflinger
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden - wissen, dass viele technische Systeme zufälligen Einflüssen unterliegen und sind in der Lage, diese mit Hilfe der Methoden der Stochastik zu beschreiben und zu analysieren, - kennen die Grundlagen der Monte-Carlo-Methode und haben gelernt, diese anhand praktischer Beispiele zur Lösung numerischer Problemstellungen anzuwenden, - wissen, wie probabilistische Methoden im Rahmen einer Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse eingesetzt werden können, um die Ergebnisse komplexer Simulationsmodelle besser zu verstehen, - haben verstanden, wie mit Hilfe einer probabilistischen Risikoanalyse die Zuverlässigkeit bzw. die Versagenswahrscheinlichkeit eines technischen Systems berechnet werden kann und welche Schritte und Methoden hierzu notwendig sind, - wissen wie die Monte-Carlo-Methode zur Modellierung physikalischer Prozesse mit stochastischer Natur z.B. in der Kernphysik angewendet werden kann. -haben das Verständnisses der theoretischen Inhalte durch praktische Übungen vertieft.
13. Inhalt:	Die o.g. Lernziele werden in 5 Themenkomplexen abgehandelt. - Mathematische und numerische Grundlagen (Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik) - Monte-Carlo-Methode als Basis numerischer Werkzeuge: Integration über komplexe Gebiete, Optimierung (simulated annealing, genetische Algorithmen) - Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse komplexer mathematisch-physikalischer Modelle - Probabilistische Risikoanalyse (PRA)

	- Anwendungen der Monte-Carlo-Methode in der Kernphysik, beispielweise Strahlungstransport, Teilchen- und Materie-Wechselwirkungen und in anderen Gebieten der Ingenieurtechnik Im Wechsel mit den theoretischen Einheiten werden praktische Übungen am Computer unter Verwendung z.B. von MATLAB und SUSA (Software for Uncertainty and Sensitivity Analyses) abgehalten. pdf der Vorlesung ausschließlich über ILIAS
14. Literatur:	Bedford und Cooke, Probabilistic Risk Analysis: Foundations and Methods, Cambridge University Press (30. April 2001). Rubinstein und Kroese, Simulation and the Monte Carlo Method, Wiley Series in Probability and Statistics, /SBN: 978-0-470-17794-5, February 2008 Binder, Monte Carlo Simulation in Statistical Physics, Springer, ISBN 978-3-642-03163-2, 2010
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 680501 Vorlesung Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	56h Präsenzzeit 36h Vor-/Nacharbeitungszeit 88h Prüfungsvorbereitung und Prüfung Gesamt:180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68051 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Kernenergetik und Energiesysteme

Modul: 70050 Numerische Strömungsmechanik

2. Modulkürzel:	060120115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen einen Überblick über die numerischen Verfahren, die in den aktuellen Strömungsmechanik-Rechenprogrammen der Industrie benutzt werden und kennen deren grundlegenden Eigenschaften. Die Studierenden sind in der Lage, zu entscheiden, welches numerische Verfahren für ein vorliegendes strömungsmechanisches Problem geeignet ist. Sie haben eine Vorstellung, wie die Qualität und die Genauigkeit der numerischen Ergebnisse beurteilt werden können. Die Studierenden haben einen Überblick über die aktuellen Forschungsthemen in der numerischen Strömungsmechanik.
13. Inhalt:	Das zentrale Thema dieser Vorlesung sind die numerischen Methoden, welche zur Simulation von Strömungen eingesetzt werden. Die Simulation kompressibler Strömungen, die insbesondere in der Luft- und Raumfahrttechnik wichtig sind, ist der Fokus und nimmt den größten Teil der Vorlesung ein. Im Bereich der Approximation von kompressiblen Strömungen sind dies vor allem Finite-Volumen-Verfahren. Es werden aktuelle Shock-Capturing-Verfahren vorgestellt und deren Konstruktion erläutert. Neben den numerischen Methoden im kompressiblen Strömungsregime werden numerische Verfahren für schwach kompressible und inkompressible Strömungen vorgestellt und auf deren Konstruktionsprinzipien eingegangen. Der Zusammenhang mit Berechnungsmethoden in der Aeroakustik wird aufgezeigt. Ein Einblick in Themen der aktuellen Forschung im Bereiche der numerischen Strömungsmechanik wird gegeben.
14. Literatur:	Powerpoint-Folien werden als Skript zur Verfügung gestellt. Grundlagen zur Vorlesung findet man z.B. im Buch: C.-D. Munz, T. Westermann: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen, 3. Auflage, Springer 2012 Verschiedene Lehrbücher werden in der Vorlesung angegeben.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 700501 Vorlesung Numerische Strömungsmechanik

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Numerische Strömungsmechanik, Vorlesung und Übungen:180 h (Präsenszeit:56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	70051 Numerische Strömungsmechanik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Powerpoint transperencies are available that cover the topics of the lecture. Basic knowledge can be find in the book C.-D. Munz, T. Westermann: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen, 3. Auflage, Springer 2012
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik

Modul: 70060 Simulation verdünnter Gase und Plasmen

2. Modulkürzel:	060500135	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Marcel Pfeiffer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse bezüglich der Theorie und der Simulation von verdünnten Gasen und Plasmen, im Speziellen unter Nutzung verschiedener Partikelverfahren unter besonderer Beachtung der mathematischen und physikalischen Modellbildung.
13. Inhalt:	Theorie verdünnter Gase und Plasmen (Boltzmann Gleichung, Maxwell Gleichungen, Fokker-Planck Gleichung,..) Grundlage verschiedener Partikelverfahren Einführung in die "Direct Simulation Monte Carlo" Methode Einführung in die "Particle in Cell" Methode Andere Partikelverfahren (z.B. "Low Diffusion") Umsetzung und Anwendung der Verfahren
14. Literatur:	Vorgeschlagene Literatur: G. A. Bird, "The DSMC Method", CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013 C. K. Birdsall, "Plasma Physics via Computer Simulation", Taylor and Francis, 2004 A. Frohn, "Einführung in die Kinetische Gastheorie", Aula, 1988
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 700601 Vorlesung Simulation verdünnter Gase und Plasmen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	70061 Simulation verdünnter Gase und Plasmen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 71780 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060400403	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik		
12. Lernziele:	Die Studierenden ... kennen die technische Bedeutung mechanischer Schwingungen in der Luft- und Raumfahrttechnik. ... können mathematische Modelle für die Schwingungen einfacher Mehrkörpersysteme bilden. ... kennen die wesentlichen Erscheinungen der Strukturdynamik (insbes. Resonanz, Tilgung, dyn. Instabilität). ... können die Eigenschwingungen mechanischer Systeme berechnen und können deren besondere Eigenschaften für die Behandlung von Schwingungsproblemen ausnutzen. ... kennen die möglichen Auswirkungen von Dämpfungs-, Kreisel- und zirkulatorischen Kräften, sowie von Nichtlinearitäten. ... haben einen Überblick über die räumlich kontinuierliche und diskretisierte Beschreibung mechanischer Strukturen.		

13. Inhalt:	Motiviert anhand praxisnaher Fragestellungen werden die grundlegenden Vorgehensweisen der Strukturdynamik behandelt. Die wichtigsten Schwingungserscheinungen werden für ausgewählte Fallbeispiele analytisch erarbeitet und auf allgemeinere Systeme übertragen. Zur Veranschaulichung dienen passende Kurzvideos und kleine Versuche. Matlab-Programme zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente zu festigen. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • Vorgehensweisen zum systematischen Aufstellen von Bewegungsgleichungen mechanischer Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden. • Linearisierung von Bewegungsgleichungen, statische und dynamische Stabilität. • Freie und erzwungene Schwingungen linearer mechanischer Systeme • Berechnung von Eigenmoden von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden sowie einfacher Kontinua, modale Vorgehensweise zur Berechnung von Schwingungen. • Überblick zu den Vorgehensweisen der Diskretisierung, der Modellordnungsreduktion und der dynamischen Substrukturtechnik. • Kurze Einführung in die nichtlineare Strukturdynamik.
14. Literatur:	Aufschriebe, Folien, Matlab-Beispiele weiterführende Literatur: R. Gasch, K. Knothe, R. Liebich: Strukturdynamik, 2012 K. Magnus, K. Popp, W. Sextro: Schwingungen, Springer, 2013 R.R. Craig, A.J. Kurdila: Fundamentals of Strucutral Dynamics, Wiley, 2006
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717801 Vorlesung Strukturdynamik • 717802 Übung Strukturdynamik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h) Übung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71781 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 73440 Nonlinear Structural Dynamics

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	-	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Zwingend vorausgesetzt wird das Modul „Strukturdynamik“. Empfohlen werden Kenntnisse zu analytischen und numerischen Methoden.
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die technische Bedeutung nichtlinearer Vorgänge der Struk-turdynamik. • sind mit den besonderen Eigenschaften und Phänomenen freier, selbsterregter und erzwungener Schwingungen nichtlinearer Systeme vertraut. • können nichtlineare Schwingungen mit geeigneten Hilfsmitteln darstellen und deuten. • können analytische und numerische Näherungsmethoden zur Berechnung nichtlinearer Schwingungen anwenden.
13. Inhalt:	Die grundlegenden Eigenschaften und wichtigen dynamischen Erscheinungen werden theoretisch erarbeitet und anhand geeigneter Fallbeispiele veranschaulicht. Matlab-Beispiele zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente praktisch anzuwenden. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • nichtlineare Einfreiheitsgradsysteme: ungedämpfte und gedämpfte Eigenschwingungen, selbsterregte Schwingungen, erzwungene Schwingungen • Nichtlineare Moden, Lokalisierung, nichtlineare Schwingungstilger • Theorie deterministischer, differenzierbarer dynamischer Systeme mit endlich vielen Zustandsgrößen: Attraktoren, Chaos, Verhalten nahe Fixpunkten und Grenzzyklen, Stabilitätsbegriffe • Näherungsmethoden: Harmonische Balance, Mittelungsverfahren, numerische Zeitschrittintegration und Schießverfahren
14. Literatur:	

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 734402 Übung Nonlinear Structural Dynamics • 734401 Vorlesung Nonlinear Structural Dynamics
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesungsfolien, Aufschriebe, Matlab-Beispiele
17. Prüfungsnummer/n und -name:	73441 Nonlinear Structural Dynamics (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 78990 Strukturdynamik-Programmierseminar

2. Modulkürzel:	060400404	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack
9. Dozenten:	Malte Krack Johann Groß
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	*Zwingend vorausgesetzt werden Matlab-Erfahrung sowie das Modul "Strukturdynamik". Empfohlen werden Kenntnisse zu numerischen Methoden.*
12. Lernziele:	*Die Studenten erhalten einen Überblick über numerische Verfahren zur Berechnung linearer und nichtlinearer Vibrationen. Die Studenten lernen, einzelne Teile vorgegebener Rechenprogramme zu modifizieren und zu validieren. Anhand geeigneter Fallbeispiele lernen die Studenten wichtige Phänomene der Strukturdynamik kennen und interpretieren.*
13. Inhalt:	*Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden von den Studierenden numerische Verfahren zur Berechnung der Dynamik mechanischer Systeme programmiert. Die wesentlichen Schritte der Berechnung umfassen die Modellierung mechanischer Systeme, die Modellordnungsreduktion mithilfe der dynamischen Substrukturtechnik, die Simulation mittels Zeit- und Frequenzbereichsmethoden, sowie die Lösung algebraischer Gleichungssysteme und die numerische Pfadverfolgung. Die Studenten erhalten ein Rechenprogramm und Fallbeispiele anhand derer die wesentlichen Berechnungsschritte nachvollzogen werden können. Teile gegebener Programme werden von den Studenten erweitert und validiert. So werden zusätzliche Modelle lokaler Nichtlinearitäten implementiert und untersucht oder weitere Verfahren zur nichtlinearen Modalanalyse umgesetzt. Eigene Programmierung, Validierung und Anwendung modifizierter Programme unter Anleitung sind die wesentlichen Aktivitäten in dieser praktischen Lehrveranstaltung. Im Rahmen von Kurzvorträgen wird über die Ergebnisse berichtet.*
14. Literatur:	*Vorlesungsfolien, Aufschriebe, wissenschaftliche Veröffentlichungen ja nach Bedarf*
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 789901 Seminar Strukturdynamik-Programmierseminar

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	78991 Strukturdynamik-Programmierseminar (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	*Folien, Anschrieb, Matlab-Beispiele*
20. Angeboten von:	Strukturmechanik der Flugzeugtriebwerke

Modul: 79150 Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen

2. Modulkürzel:	060600128	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien kennen. Sie kennen den konzeptionellen Zugang über die Theorie der porösen Medien. Die Studierenden können Mehrphasensysteme kontinuumsmechanisch behandeln thermodynamisch konsistente Materialgleichungen bei Mehrphasensystemen formulieren Randbedingungen bei Mehrphasensystemen formulieren das gekoppelte Gleichungssystems für die numerische Behandlung aufbereiten das Berechnungskonzepts anhand numerischer Beispielrechnungen verifizieren
13. Inhalt:	Die Theorie der porösen Medien wird als konzeptioneller Zugang für die Behandlung diskreter Mehrkomponentenmaterialien vorgestellt. Für die Entwicklung thermodynamisch konsistenter Materialgleichungen wird das konzeptionelle Vorgehen behandelt. Die Lösung des resultierenden Gleichungssystems erfolgt numerisch unter Verwendung der Methode der Finiten Elemente (FEM). Aufgrund des zumeist stark gekoppelten und nichtlinearen Charakters des zu lösenden Gleichungssystems werden spezielle Elementformulierungen vorgestellt. Motivation und Überblick Einführung in die Theorie poröser Medien (TPM)

	Entwicklung thermodynamisch konsistenter Materialgleichungen Kontinuumsmechanische Behandlung Bespiel: Flüssigkeitsgesättigter poröser Festkörper Diskussion der Randbedingungen Aufbereitung des gekoppelten Gleichungssystems für die numerische Behandlung Verifikation des Berechnungskonzepts anhand numerischer Beispielrechnungen
14. Literatur:	Vorlesungsskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 791501 Vorlesung und Übung Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	60h Präsenzzeit, 120h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	79151 Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen Prüfung (PL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesung, Übungsaufgaben (PC), Overhead, Beamer
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 79160 Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode

2. Modulkürzel:	060600129	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen mit gekoppelten Mehrfeldproblemen umzugehen, sie zu verstehen, aufzustellen, umzusetzen und zu lösen. Dabei erlernen Sie thermodynamisch konsistente Materialgleichungen aufzustellen, ggf. Finite Elemente Formulierungen zu erweitern und geeignete Lösungsverfahren auszuwählen und anzuwenden. Dabei lernen Sie die möglichen Anwendungsfelder kennen.
13. Inhalt:	Die Behandlung dieser Aufgabenstellungen erfordert zum einen die Entwicklung von gekoppelten Materialgleichungen, welche den thermodynamischen Grundsätzen nicht widersprechen, zum anderen kann die Erweiterung des Gleichungssystems um eine zusätzliche Prozessvariable wie z. B. die Temperatur, das elektrische Feld oder eine chemische Zustandsvariable die numerischen Lösungseigenschaften im Rahmen der Finite Elemente Approximation negativ beeinflussen. Für eine stabile Lösung gekoppelter Probleme mit Hilfe der Finiten Elemente Methode müssen thermodynamisch konsistente Materialgleichungen formuliert werden, erweiterte Finite Elemente Formulierungen entwickelt und geeignete numerische Lösungsverfahren eingesetzt werden. Die Studierenden erlernen für gekoppelte Mehrfeldprobleme die möglichen Anwendungsfelder, die thermodynamische konsistente Beschreibung die geeignete Finite Elemente Formulierung und die geeigneten numerischen Approximationsverfahren Die Vorlesung wird durch eine Übung im Computer Pool ergänzt. Hierbei sollen zum einen eigenständig Finite Elemente für Mehrfeldprobleme programmiert werden, zum anderen werden kommerzielle Programme zur Lösung von Mehrfeldproblemen eingesetzt.

14. Literatur:	Vorlesungsskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 791601 Vorlesung und Übung Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	60h Präsenzzeit, 120h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	79161 Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode Prüfung (PL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesung, Übungsaufgaben (PC), Overhead, Beamer
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

213 Informationstechnik in der LRT

Zugeordnete Module:

2130	Anerkennung 6LP
43070	Verkehrstelematik
43160	Mustererkennung und Optimierung
44120	Art of Science of Systems Architecting
44230	Digitale Bildverarbeitung
44240	Digitale Strömungsvisualisierung
44250	Digitaler Produktentwurf
44280	Effizient programmieren
44360	Spezielle Methoden der Systemtechnik
44590	Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse
44690	Konzeption von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen
44700	Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt
44790	Lineare Schätzverfahren
44880	Nichtlineare Optimierung
44950	Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik
44960	Optimierung und Optimalsteuerung
45090	Robuste Regelung
45160	Seminar Entwurfssprachen
45180	Methoden der Sicherheitsanalyse
45190	Softwaretechnik
45430	Wissensverarbeitung und Softcomputing
51970	Moderne Methoden der Regelungstechnik
67470	Seminar Systems Architecting
68360	Nichtlineare Regelung

2130 Anerkennung 6LP

Modul: 43070 Verkehrstelematik

2. Modulkürzel:	062300006	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Martin Metzner
9. Dozenten:	Martin Metzner Annette Scheider
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in der Lage sein, die Interaktion von Positionsbestimmung, Navigation und Kommunikation zu verstehen und entsprechende Systeme zu analysieren und zu konzipieren.
13. Inhalt:	• Verkehrstelematik für Land- und Luftverkehrsanwendungen • Geodaten in der Telematik: Digitale Straßenkarte (GDF), Amtliche Kartendaten (ATKIS, OKSTRA), Digitale Flughafenkarte • Kommunikationstechniken im Straßen- und Flugverkehr • Ortung und Navigation: Fahrzeugsensorik • Routingalgorithmen • Map-Matching und Map-Aiding • Fahrzeug-Navigationssysteme • Verkehrsdatenerfassung: Verkehrsdaten, stationäre und infrastrukturgestützte Erfassung, Floating Car Data, Floating Phone Data • Anwendungen und Dienste z.B. Verkehrsleitzentrale, Fahrerassistenzsysteme, Mobilitäts- und Informationsdienste, LBS, Flottenmanagement • Verkehrstelematik im Schienenverkehr • Verkehrstelematik im Flugverkehr: EnRoute, Start- und Landung, Rollfeld und Rollbahnen
14. Literatur:	• McQueen, B. und McQueen, J. (1999): Intelligent transportation systems architectures. Boston: Artech House. • Drane, C. und Rizos, C. (1998): Positioning systems in intelligent transportation systems. Boston: Artech House.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 430701 Vorlesung Verkehrstelematik

	• 430702 Übung Verkehrstelematik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Verkehrstelematik, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Verkehrstelematik, Übung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) **Gesamt: 180 h** (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium: 124 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 43071 Verkehrstelematik (PL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, Laptop und Beamer, GIS- und Rechenübungen
20. Angeboten von:	Ingenieurgeodäsie und Geodätische Messtechnik

Modul: 43160 Mustererkennung und Optimierung

2. Modulkürzel:	062200208	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Norbert Haala
9. Dozenten:	Susanne Becker Norbert Haala
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	LV Topologie und Optimierung Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der geometrischen Topologie. Die elementaren Methoden der Kürzeste-Wege-Analysen, Flächenbildung und Segmentierung werden beherrscht. Des Weiteren wird das Grundlagenverständnis zur mathematischen Optimierung vermittelt. Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der automatischen Auswertung von Bilddaten für photogrammetrische Anwendungen. LV Mustererkennung und Bildverstehen Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der Segmentierung und semantischen Bildanalyse basierend auf Klassifikations- und Clusterverfahren. Die elementaren Methoden und statistischen Grundlagen zum Aufbau eines Mustererkennungssystems werden beherrscht.
13. Inhalt:	LV Topologie und Optimierung Grundlagen der Topologie, Netze und Netzwerkanalysen, Kürzeste Wege in Graphen, Bäume. Einführung in die Optimierung, L1, L2- und Linf-Optimierung, Netzwerk-Design, Genetische Algorithmen in der Optimierung, Maschinelles Lernen LV Mustererkennung und Bildverstehen Aufgaben der Mustererkennung, Vorverarbeitung und Merkmalsextraktion aus Bildern, wissenbasierte Bildanalyse, statistischer Entscheidungstheorie und numerische Klassifikation, Markoff Netzwerke, Bayes'sche Netze, Anwendungen in der photogrammetrischen Bildanalyse
14. Literatur:	• C. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006 • Duda, Hart and Stork, Pattern Classification, Second Edition, Wiley, 2001 • Skripte, Übungen in MATLAB
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 431601 Vorlesung Topologie und Optimierung • 431603 Vorlesung Mustererkennung und Bildverstehen • 431602 Übung Topologie und Optimierung • 431604 Übung Mustererkennung und Bildverstehen

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	**Gesamt: 180 h** (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 43161 Mustererkennung und Optimierung (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Für jede Vorlesung wird ein Video-Podcast erstellt und zusätzlich zu den Präsentationsunterlagen zur Verfügung gestellt
20. Angeboten von:	Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformatik

Modul: 44120 Art of Science of Systems Architecting

2. Modulkürzel:	060600103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Digitaler Produktentwurf, Modulkürzel 060600105
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die Ansätze und Grundlagen zum Entwurf und Management großer Ingenieursysteme (Flugzeuge, Satelliten, Autos, Schiffe, usw.) kennen und kritisch hinterfragen. Hierzu wird der aktuelle Stand der Vorgehensweise durch Vertreter aus der Industrie dargestellt und vergleichend untersucht.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen Ansätze, Methoden und Vorgehensweisen großer Ingenieursysteme kennen und analysieren. Hierzu gehören folgende Ingenieursysteme: : - Flugzeuge (z.B. Kabine, N.N., Airbus Operations GmbH, Hamburg) - Autos (z.B. Body in white, N.N., Daimler AG, Sindelfingen) - Schiffe (Systems Eng. F125, N.N., Blohm und Voss, Hamburg) - Satelliten (Virtual Spacecraft Design, N.N., EADS Astrium, Friedr.) - Hubschrauber (Requirements Eng., N.N., ESG GmbH, Ausgburg) - Softwaresysteme (Architektur, N.N., IBM Deutschland GmbH) - Netzwerke (Datensicherheit, N.N. LKA Stuttgart) - Rechenzentren (Dienste, N.N., AOK Baden-Württemberg) Hierbei wird in der Analyse und Synthese der komplexen Systeme bes. Augenmerk auf folgende Eigenschaften der Methoden gelegt: - Erkennen von Kopplungen (natürlichsprachliche Beschreibung) - Formalisierung auf formale (Fach-)Ontologie - Ableitung des verwendeten Entwurfsschemas - Identifikation von Entwurfstreibern - Sensitivitätsanalysen/system trades - Topologiebewertung/Technologieeinhüllende
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Art and Science of Systems Architecting INCOSE Systems Engineering Handbook NASA systems engineering manual ESA ECSS design standards Luftfahrttechnisches Handbuch
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441201 Vorlesung Art and Science of Systems Architecting
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44121 Art of Science of Systems Architecting (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 44230 Digitale Bildverarbeitung

2. Modulkürzel:	62200138	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Norbert Haala
9. Dozenten:	Norbert Haala Michael Cramer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verfügen über Kenntnisse für die digitale Erfassung und Prozessierung von Bilddaten. Sie kennen die mathematischen Grundlagen der grundlegenden Verfahren der Bildvorverarbeitung und -analyse und können diese algorithmisch umsetzen. Sie sind in der Lage grundlegende automatische Bildauswerteverfahren für die 3D Objekterfassung zu nutzen. Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der geometrischen Objektrekonstruktion aus Bilddaten und mathematisch geometrischen Grundlagen der Bildauswertung.
13. Inhalt:	Erfassung und Repräsentation digitaler Bilder optische Abbildung, geometrische Umbildung Bildvorverarbeitung, Bildverbesserung Faltung und Filterung im Orts- und Frequenzraum Bildzuordnung für die geometrische Bildauswertung
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung, MATLAB-Demos Gonzales,R. und Woods,R. (2002) Digital Image Processing, Prentice Hall Jähne, B. (2005) Digitale Bildverarbeitung, Springer, Hartley and Zisserman , Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442301 Vorlesung und Übung Bildverarbeitung • 442302 Vorlesung und Übung Einführung in die projektive Geometrie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Bildverarbeitung, Vorlesung und Übung: 126 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 84 h) Einführung in die projektive Geometrie, Vorlesung und Übung: 54 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 40 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 44231 Digitale Bildverarbeitung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformatik

Modul: 44240 Digitale Strömungsvisualisierung

2. Modulkürzel:	060110151	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist
9. Dozenten:	Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Die Studierenden kennen** • die Visualisierungspipeline und deren Umsetzung in Softwarepaketen • die physiologischen und psychologischen Aspekte der Datenvisualisierung • die mathematischen und computergrafischen Grundlagen der Visualisierung • grundlegende und spezielle Darstellungstechniken Techniken zur Daten- und zur Phänomenvisualisierung • Verfahren zur Visualisierung, Extraktion und Verfolgung von Strömungsfeldstrukturen • Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen ausgewählter Verfahren • den Stand der Forschung im Bereich Visualisierung **Die Studierenden sind in der Lage** • Visualisierungsartefakte von Messfehlern oder Fehlern der Modellierung bzw. Simulation unterscheiden zu können • Strömungsdaten in sinnvolle und verständliche Darstellungen umzusetzen und die dabei durchgeführten Schritte und möglichen Fehlerquellen zu verstehen
13. Inhalt:	Die Vorlesung soll eine Einführung in die Visualisierung numerischer Strömungsfelder geben. Grundlage ist die Darstellung dreidimensionaler instationärer Daten, die entweder als Ergebnis numerischer Berechnungen oder als Messwerte diskret im Raum und in der Zeit vorliegen.
14. Literatur:	• F.H. Post, Th. v. Walsum: Fluid Flow Visualization, in: H. Hagen, H. Müller, G.M. Nielson (Eds.): Focus on Scientific Visualization, Springer Verlag, 1993 • G.M. Nielson, H. Hagen, H. Müller: Scientific Visualization, Overviews, Methodologies, and Techniques, IEEE Computer Society, 1997 • J. Stary: Visualisieren, ein Studien- und Praxisbuch, Cornelsen Scriptor, Berlin, 1997

	• Kopien der Folien (auch elektronisch)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442401 Vorlesung Digitale Strömungsvisualisierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44241 Digitale Strömungsvisualisierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 44250 Digitaler Produktentwurf

2. Modulkürzel:	060600105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen digitale Abbilder des Produktlebenszyklus, d.h. digitale Modellierung aller Daten vom Ingenieurentwurf bis hinein in die Digitalen Fabrik, kennen und vergleichend zu bewerten. Zugehörige Paradigmen des Model-Driven Engineering und des Knowledge-based Engineering können unter dem Gesichtspunkt einer modernen Konstruktionsmethodik mit modernen Methoden des Digital Engineering diskutiert werden. Zudem ist ein Überblick auf Forschungsthemen im Digital Engineering vorhanden.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen, eine Fähigkeitsanalyse existierender wissensbasierter Lösungen, z.B. des • knowledge-based engineering in CAD-Systemen (z.B. CATIA Templates, Regeln) • model-based engineering in numerischen Tools (z.B. Matlab/ Simulink Modellierung) vergleichend zu analysieren und kritisch zu bewerten. Hierzu werden die notwendigen Grundlagen über Begriffssysteme (Ontologien) bereitgestellt: • Begriffshüllen in Entwurfssprachen • Formale Begriffsanalyse (Begriff: Inhalt, Umfang) • Vokabel- und Regelbegriff in Ontologien • Entwurfsformalisierung in Entwurfssprachen (Entwurfstransformationen, M2M, M2T) • Fertigungsformalisierung in Entwurfssprachen (Fertigungstransformationen, M2M, M2T) • Erstellung und Analyse eigener und fremder Entwurfssprachen (Satellit, Flugzeug) • Vergleich zur Informatik: (UML, SysML, Code-Generierung) und vermittelt.
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Russel, Norvik, Artificial Intelligence, Weilkins, T.: Systems Engineering with SysML/UML. Dpunkt Verlag, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442501 Vorlesung mit integrierten Übungen Digitaler Produktentwurf

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44251 Digitaler Produktentwurf (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 44280 Effizient programmieren

2. Modulkürzel:	060110114	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Manuel Keßler
9. Dozenten:	Manuel Keßler
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Programmiererfahrung mit größeren Codes, vorzugsweise in C/C++ und/oder Fortran
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage, große Programmsysteme strukturiert und systematisch weiter zu entwickeln, wie es beispielsweise für eine Masterarbeit oder Promotion erforderlich sein könnte. Insbesondere steht dabei die effiziente Ausführung auf HPC-Systemen mit im Vordergrund.
13. Inhalt:	Arbeitsumgebung, nützliche Tools in der automatischen Entwicklung Fehlersuche und Dokumentation Codemanagement Hardwarebesonderheiten Parallelisierung Wiederverwendung Objektorientierung und UML Python und C++ GPU-Programmierung
14. Literatur:	Vortragsfolien "Effizient programmieren
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442801 Vorlesung Effizient programmieren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 45 h, Selbststudium 45 h, Projekt und Präsentationsvorbereitung 90 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44281 Effizient programmieren (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1 Benotetes Programmierprojekt mit Bericht (10-20 S.) und Vortrag (20 min.) mit Diskussion
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik

Modul: 44360 Spezielle Methoden der Systemtechnik

2. Modulkürzel:	060900123	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Björn Annighöfer
9. Dozenten:	Björn Annighöfer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Kenntnisse in C-Programmierung
12. Lernziele:	METHODEN DER SICHERHEITSANALYSE Der Teilnehmer kann formale Sicherheitsnachweise einfacher Systeme durchführen. METHODEN DER SYSTEMMODELLIERUNG UND SYSTEMANALYSE Der Teilnehmer kann Systementwürfe mittels formaler Methoden verbessern
13. Inhalt:	METHODEN DER SICHERHEITSANALYSE (Deutsch) Methoden und Werkzeuge des formalen Sicherheitsnachweises. - Einführung - Wahrscheinlichkeitsrechnung - Ausfallmodellierung -- Komponentenausfall ohne Reparatur -- Komponentenausfall mit Reparatur -- Doppelfehler - Methoden der Sicherheitsanalyse -- Dependency Diagramme -- Markov-Analyse -- Fehlerbaum-Analyse -- Fehler-Mode und Effektanalyse - Angewandte Sicherheitsanalyse METHODEN DER SYSTEMMODELLIERUNG UND SYSTEMANALYSE (Englisch) 1. Object-orientierung 2. Unified Modelling Language (UML) 3. Design Patterns 4. SYSML 5. Zustandsautomaten 6. Metamodellierung 7. Metamodellierung in der Praxis 8. Aussagenlogik und diskrete Mathematik 9. Graphentheorie 10. Modelltransformationen 11. Kombinatorische Optimierung 12. Systemarchitekturoptimierung 13. Avionikarchitekturoptimierung

14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443601 Seminar Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse • 443602 Vorlesung Methoden der Sicherheitsanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44361 Spezielle Methoden der Systemtechnik (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung (Bei hoher Teilnehmeranzahl abweichend schriftlich)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Anschriebe und Demonstrationen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44590 Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse

2. Modulkürzel:	060900114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Björn Annighöfer
9. Dozenten:	Björn Annighöfer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Kenntnisse in C-Programmierung
12. Lernziele:	Der Teilnehmer kann Systementwürfe mittels formaler Methoden verbessern
13. Inhalt:	1. Object-orientierung 2. Unified Modelling Language (UML) 3. Design Patterns 4. SYSML 5. Zustandsautomaten 6. Metamodellierung 7. Metamodellierung in der Praxis 8. Aussagenlogik und diskrete Mathematik 9. Graphentheorie 10. Modelltransformationen 11. Kombinatorische Optimierung 12. Systemarchitekturoptimierung 13. Avionikarchitekturoptimierung
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445901 Seminar Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44591 Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung (Bei hoher Teilnehmeranzahl abweichend schriftlich)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Anschriebe und Demonstrationen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44690 Konzeption von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen

2. Modulkürzel:	060600104	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die Ansätze und Grundlagen zum Entwurf von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen kennen und kritisch hinterfragen. Hierzu werden klassische Verfahren vorgestellt vergleichend untersucht.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen Ansätze, Methoden und Vorgehensweisen bekannter klassischer Algorithmen und Datenstrukturen kennen und analysieren. Hierzu gehören folgende Themen: - Sortieralgorithmen - Suchalgorithmen - Hashverfahren - Bäume und Graphen - Graphenalgorithmen - topologisches Sortieren - maximale Zuordnungen - stark zusammenhängende Komponenten - kürzeste Wege - Suche in Texten Neuere Ingenieuralgorithmen und Verfahren - Vernetzungsalgorithmen (Delaunay, ...) - Packaging-Algorithmen (Heuristiken, ...) - Routing-Algorithmen (Heuristiken, ...) Inspektion und Analyse von Datenstrukturen und Algorithmen in verfügbaren OpenSource Paketen: - OpenCascade (CAD), Gmesh (Vernetzung), OpenFoam (CFD), CodeAster (FEM), ... Entwurfssprachen - Vokabeln, Regeln, Axiom, Produktionssysteme - Eindeutigkeit, Vollständigkeit, Validierung und Verifikation
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Skiena, The Algorithm Design Manual Ottmann, Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen Sedgewick, Algorithms. Schöning: Ideen aus der Informatik

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446901 Vorlesung Konzeption von Algorithmen I, Datenstrukturen und Entwurfssprachen • 446902 Vorlesung Konzeption von Algorithmen II, Datenstrukturen und Entwurfssprachen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Konzeption von Algorithmen I: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Konzeption von Algorithmen II: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44691 Konzeption von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 44700 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	062000303	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nicolaas Sneeuw
9. Dozenten:	Nicolaas Sneeuw
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende der LV ist der Studierende in der Lage, die in der Luft- und Raumfahrt und für die Geodäsie fundamentalen Begriffe Bezugssystem und Bezugsrahmen und ihre Festlegung zu verstehen, zu unterscheiden und einzusetzen. Er hat ein Grundverständnis für die den Transformationen zugrunde liegenden physikalischen Ursachen und ihrer Einflüsse auf die Festlegung raumfester, erdfester und bewegter Bezugssysteme. Ebenso ist er in der Lage, selbstständig die Korrekturen für Präzession, Nutation, Polbewegung zu ermitteln und die präzise Transformation zwischen raumfesten und erdfesten Bezugsrahmen in der Praxis durchzuführen. Er besitzt Grundkenntnisse über die in Deutschland vorherrschenden legalen Kartenkoordinaten (Gauß-Krüger und UTM) und beherrscht die in der Raumfahrt und Satellitengeodäsie verwendeten Zeitskalen und Zeitsysteme.
13. Inhalt:	• Geodätische Koordinaten und -systeme (3D) sowie deren Transformation: kartesische Systeme, krummlinige Systeme (sphärisch, ellipsoidisch), • Einführung Kartenkoordinaten(systeme), • Drehmomente, -kräfte, -tensor, Kinematik und Dynamik im rotierenden System • konventionelle Referenzsysteme und -rahmen • Erdrotation, Präzession, Nutation, Polbewegung • Tisserand-Prinzip, no net rotation, globale und regionale Netze • Zeit und Zeitsysteme: Auf der Erdrotation gegründete Zeitsysteme, Zeitsysteme der Himmelsmechanik, Atomzeitsysteme,

14. Literatur:	Seeber, Satellite geodesy, de Gryuter, 2003 Vorlesungsskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447001 Vorlesung Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudiumszeit 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44701 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Höhere Geodäsie

Modul: 44790 Lineare Schätzverfahren

2. Modulkürzel:	062000302	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nicolaas Sneeuw
9. Dozenten:	Nicolaas Sneeuw
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Kenntnis der Schätzverfahren erlaubt den Studenten, unbekannte Parameter aus Beobachtungen zu schätzen und deren Güte zu beschreiben. Studenten sind in der Lage, einen linearen Zusammenhang zwischen Parametern und Daten herzustellen, eventuell nach Linearisierung von nicht-linearen Vorgängen. Sie können selbständig entscheiden, welche funktionalen und stochastischen Modelle zur Ausgleichung/Parameterschätzung inkonsistenter Beobachtungen zweckmäßig eingesetzt werden. Sie sind in der Lage, die Qualität des Schätzergebnisses zu analysieren und zu beschreiben sowie durch statistische Testverfahren zu überwachen.
13. Inhalt:	Geschichte Grundlagen der Schätzverfahren in Geodäsie und Astronomie Beobachtungsgleichungen Stochastische Modellierung Lineare Schätztheorie, einschließlich geometrische Interpretation Linearisierung nicht-linearer Gleichungssysteme Gauss-Markoff-Modell, ohne und mit Restriktionen Hypothesentests Zuverlässigkeitsanalyse Anwendungen auf Probleme der Luft- und Raumfahrt
14. Literatur:	Sneeuw und Krumm (2011) Adjustment Theory, Skript, Universität Stuttgart Matlab Teunissen PJG (2003) Adjustment Theory, Testing Theory, Delft Univ Press Niemeier, W. (2008) Ausgleichungsrechnung, de Gruyter, Berlin
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447901 Vorlesung Lineare Schätzverfahren • 447902 Übung Lineare Schätzverfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Lineare Schätzverfahren, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Lineare Schätzverfahren, Übung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 44791 Lineare Schätzverfahren (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1

	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Höhere Geodäsie

Modul: 44880 Nichtlineare Optimierung

2. Modulkürzel:	060200111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage, praktische Optimierungsprobleme in die Standardform eines nichtlinearen Parameteroptimierungsproblems zu überführen und die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Lösung aufzustellen. • Die Studierenden haben einen Überblick über gradientenbasierte numerische Lösungsverfahren für nichtlineare Parameteroptimierungsprobleme. Zu jedem Verfahren sind die zugrunde liegende Entwurfsidee und die praktischen Vor- und Nachteile bekannt.
13. Inhalt:	• das nichtlineare Parameteroptimierungsproblem: Aufgabenstellung und Beispiele • notwendige und hinreichende Bedingungen für ein lokales Minimum • gradientenbasierte numerische Verfahren für unbeschränkte Probleme (Gradientenverfahren, Newton- und Quasi-Newton-Verfahren usw.) • gradientenbasierte numerische Verfahren für beschränkte Probleme (SQP-Verfahren usw.)
14. Literatur:	• W. Grimm, K.H. Well: Nichtlineare Optimierung, Skript • J.S. Arora, Introduction to Optimum Design, McGraw-Hill • R. Fletcher, Practical Methods of Optimization, Wiley • P.E. Gill, Numerical Methods for Constrained Optimization, Academic Press • G.L. Nemhauser et al. (eds.), Optimization, Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol. 1, North Holland • Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448802 Übung Nichtlineare Optimierung • 448801 Vorlesung Nichtlineare Optimierung

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Nichtlineare Optimierung, Vorlesung: 58 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 30 h) Nichtlineare Optimierung , Übung: 32 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 18 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 48 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44881 Nichtlineare Optimierung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftliche Prüfung mit allen Hilfsmitteln, 60 Min.
18. Grundlage für ... :	Optimalsteuerung in der LRT, Modul 060200112
19. Medienform:	Zuhilfenahme von Projektor und Beamer Matlab-Beispiele analytische Übungsaufgaben elektronische Unterlagen im Netz, insbesondere alte Prüfungen
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44950 Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik

2. Modulkürzel:	060200112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Nichtlineare Optimierung, Modulkürzel 060200111
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind mit der mathematischen Problemstellung (Optimalsteuerungsproblem) vertraut und kennen typische Beispiele aus der Luft- und Raumfahrt. • Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems aufzustellen und daraus ein Randwertproblem abzuleiten. • Die Studierenden kennen die Arbeitsweise und Eigenschaften so genannter direkter Verfahren zur Lösung von Optimalsteuerungsproblemen.
13. Inhalt:	• Optimalsteuerungsproblem: allgemeine Aufgabenstellung in verschiedenen Ausbaustufen, spezielle Aufgabenstellungen in der Luft- und Raumfahrt • notwendige Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems, akademische und praktische Anwendungsbeispiele, auf den notwendigen Bedingungen aufbauende numerische Lösungsverfahren (indirektes Mehrzielverfahren) • direkte Methoden zur Lösung eines Optimalsteuerungsproblems (direktes Mehrzielverfahren, direkte Kollokation) • Rechnerübungen zum Kennenlernen professioneller Bahnoptimierungsprogramme
14. Literatur:	• W. Grimm: Bahnoptimierung für Luft- und Raumfahrzeuge, Skript • A.E. Bryson, Y.-Ch. Ho: Applied Optimal Control, Hemisphere Publishing • B.A. Conway (ed.): Spacecraft Trajectory Optimization, Cambridge U. Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449501 Vorlesung Optimalsteuerung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Optimalsteuerung in der LRT, Vorlesung 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44951 Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Zuhilfenahme von Projektor und Beamer • elektronische Unterlagen im Netz • Rechnerübungen
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44960 Optimierung und Optimalsteuerung

2. Modulkürzel:	060200120	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage, praktische Optimierungsprobleme in die Standardform eines nichtlinearen Parameteroptimierungsproblems zu überführen und die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Lösung aufzustellen. • Die Studierenden haben einen Überblick über die numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Parameteroptimierungsprobleme. Das betrifft insbesondere die einem Verfahren zugrunde liegendeEntwurfsidee und die praktischen Vor- und Nachteile. • Die Studierenden sind mit der Aufgabenstellung der optimalen Steuerung vertraut und kennen typische Beispiele aus der Luft- und Raumfahrt. • Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems aufzustellen und daraus ein Randwertproblem abzuleiten. • Die Studierenden kennen die Arbeitsweise und Eigenschaften so genannter direkter Verfahren zur Lösung von Optimalsteuerungsproblemen.
13. Inhalt:	• das nichtlineare Parameteroptimierungsproblem: Aufgabenstellung und Beispiele • notwendige und hinreichende Bedingungen für ein lokales Minimum • numerische Verfahren für unbeschränkte Probleme (Gradientenverfahren, Newton- und Quasi-Newton-Verfahren usw.) • numerische Verfahren für beschränkte Probleme (SQP-Verfahren usw.)

	• Optimalsteuerungsproblem: allgemeine Aufgabenstellung in verschiedenen Ausbaustufen, spezielle Aufgabenstellungen in der Luft- und Raumfahrt • notwendige Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems, akademische und praktische Anwendungsbeispiele, auf den notwendigen Bedingungen aufbauende numerische Lösungsverfahren (indirektes Mehrzielverfahren) • direkte Methoden zur Lösung eines Optimalsteuerungsproblems (direktes Mehrzielverfahren, direkte Kollokation) • Rechnerübungen zum Kennenlernen professioneller Bahnoptimierungsprogramme
14. Literatur:	• W. Grimm, K.H. Well: Nichtlineare Optimierung, Skript • W. Grimm: Bahnoptimierung für Luft- und Raumfahrzeuge, Skript • J.S. Arora, Introduction to Optimum Design, McGraw-Hill • R. Fletcher, Practical Methods of Optimization, Wiley • P.E. Gill, Numerical Methods for Constrained Optimization, Academic Press • G.L. Nemhauser et al. (eds.), Optimization, Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol. 1, North Holland • A.E. Bryson, Y.-Ch. Ho: Applied Optimal Control, Hemisphere Publishing • B.A. Conway (ed.): Spacecraft Trajectory Optimization, Cambridge U. Press • Vortragsübungen zu Nichtlinearer Optimierung im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449601 Vorlesung Nichtlineare Optimierung • 449602 Übung Nichtlineare Optimierung • 449603 Vorlesung Optimalsteuerung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Nichtlineare Optimierung, Vorlesung: 48 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 40 h) Nichtlineare Optimierung, Übung: 44 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 30 h) Optimalsteuerung, Vorlesung: 68 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 40 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 110 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44961 Optimierung und Optimalsteuerung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Zuhilfenahme von Projektor und Beamer • elektronische Unterlagen im Netz (Skripten, Übungen usw.) • analytische Übungsaufgaben • Rechnerübungen zur Optimalsteuerung • Matlab-Beispiele zur nichtlinearen Optimierung
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45090 Robuste Regelung

2. Modulkürzel:	060200115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Regelung und Systementwurf, Modul 060200110
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage, anhand des Frequenzgangs die Eigenschaften eines Regelkreises zu beurteilen. • Die Studierenden sind in der Lage, die Unsicherheiten des Streckenmodells systematisch zu beschreiben. • Die Studierenden sind in der Lage, Regelkreise auf robuste Stabilität und robuste Regelqualität hin zu prüfen und robuste Regler zu entwerfen.
13. Inhalt:	• Störeinflüsse und Übertragungsfunktionen im Regelkreis, Beurteilung eines Regelkreises anhand des Frequenzgangs • Analyse linearer Mehrgrößensysteme mithilfe von Singulärwertdiagrammen • Beschreibung strukturierter und unstrukturierter Modellunsicherheiten, Kriterien für robuste Stabilität und robuste Regelqualität • H-Unendlich-Regelung • mue-Analyse
14. Literatur:	• W. Grimm: Regelungstechnik 3, Skript • K. Müller: Entwurf robuster Regelungen, Teubner • J. Raisch: Mehrgrößenregelung im Frequenzbereich, Oldenbourg • Skogestad, S. und I. Postlethwaite: Multivariable Feedback Control, Analysis and Design, Wiley • Vortragsfolien und Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450901 Vorlesung Robuste Regelung • 450902 Übung Robuste Regelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Robuste Regelung, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Robuste Regelung, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h)

	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45091 Robuste Regelung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Zuhilfenahme von Projektor und Beamer • Matlab-Beispiele • elektronische Unterlagen im Netz • Vortragsübungen
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45160 Seminar Entwurfssprachen

2. Modulkürzel:	060600106	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Hans Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden können eigene Ansätze und Implementierungen von Entwurfssprachen vornehmen und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Variantenbildung innerhalb einer Produktfamilie kritisch abschätzen. Hierzu werden von den Studierenden für einzelne Produktfamilien selbst Entwurfssprachen mit zugehörigen Algorithmen und Datenstrukturen erstellt und vergleichend untersucht.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen Ansätze, Methoden und Vorgehensweisen bekannter klassischer Algorithmen und Datenstrukturen kennen und analysieren. Hierzu gehören folgende Themen: - Wissensrepräsentation in Entwurfssprachen (Aufbau von Bibliotheken und Ontologien) - Wissensverarbeitung in Entwurfssprachen (Auswahl des passenden Programmierparadigma (prozedural, deklarativ, regelbasiert, objektorientiert) für die jeweilige Entwurfsaufgabe - Erstellung von Prozeßketten unter Einbeziehung von OpenSource Paketen: - OpenCascade (CAD), Gmesh (Vernetzung), OpenFoam (CFD), CodeAster (FEM), ... oder kommerziellen Analyseprogrammen für CAD, MBS, CFD, usw. Entwicklung von produktspezifischen Entwurfsalgorithmen und Verfahren - Optimierung (Design of Experiments, , ...) - Packaging-Algorithmen (Heuristiken, ...) - Routing-Algorithmen (Heuristiken, ...) - Vollständigkeit, Validierung und Verifikation von Entwurfssprachen - usw.
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Skiena, The Algorithm Design Manual Ottmann, Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen Sedgewick, Algorithms. Schöning: Ideen aus der Informatik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451601 Seminar Konzeption von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	45161 Seminar Entwurfssprachen (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 45180 Methoden der Sicherheitsanalyse

2. Modulkürzel:	060900122	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Björn Annighöfer
9. Dozenten:	Björn Annighöfer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Der Teilnehmer kann formale Sicherheitsnachweise einfacher Systeme durchführen.
13. Inhalt:	Methoden und Werkzeuge des formalen Sicherheitsnachweises. - Einführung - Wahrscheinlichkeitsrechnung - Ausfallmodellierung -- Komponentenausfall ohne Reparatur -- Komponentenausfall mit Reparatur -- Doppelfehler - Methoden der Sicherheitsanalyse -- Dependency Diagramme -- Markov-Analyse -- Fehlerbaum-Analyse -- Fehler-Mode und Effektanalyse - Angewandte Sicherheitsanalyse
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451801 Vorlesung Methoden der Sicherheitsanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45181 Methoden der Sicherheitsanalyse (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung (Bei hoher Teilnehmeranzahl abweichend schriftlich)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Anschriebe und Demonstrationen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 45190 Softwaretechnik

2. Modulkürzel:	060600101	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die Prinzipien der Model-Driven Architecture/des Model- Driven Engineering kennen und einzuschätzen. Hierzu werden die Leistungsfähigkeit moderner objektorientierter Prinzipien und Sprachen (JAVA, UML, SysML) zur Definition und Implementierung von Software und Systemen vergleichend dargestellt und untersucht.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen Software und Systeme anhand objektorientierter Prinzipien zu beschreiben, zu modellieren und zu implementieren. Diese Fähigkeit wird anhand der Darstellung verschiedener objektorientierter Sprachen für die Programmierung von Software (in UML und JAVA) und der Modellierungvon Systemen (in UML und SysML) vermittelt. Der Einsatz der objektorientierten Methoden wird an verschiedenen Beispielen illustriert, vermittelt und geübt. Analyse der digitalen Darstellungen wichtiger Ingenieuraspekte (z.B. Geometrie als B-Rep oder CSG) und sich daraus ergebenden Konsequenzen für Interfaces in andere Ingenieuranwendungen (CAD , CAD, CAD , FEM, etc.).
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: JAVA ist nur eine Insel (online verfügbar) Uhlenbohm, Chr.: JAVA ist mehr als eine Insel, Gallileo Press, 2012. Gamma, E., Helm, R, Johnson, R. und Vlissides, J.: Entwurfsmuster. Addison Wesley, 2004. Freeman, E. and Freeman, E.: Head First Design Patterns. O'Reilly, 2004. Weilkins, T.: Systems Engineering with SysML/UML. Dpunkt Verlag, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451901 Vorlesung Softwaretechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45191 Softwaretechnik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 45430 Wissensverarbeitung und Softcomputing

2. Modulkürzel:	060600102	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die Ansätze, Grundlagen und Algorithmen der modernen Wissensverarbeitung kennen und kritisch hinterfragen. Hierzu wird die Leistungsfähigkeit und Grenzen solcher wissensverarbeitender Systeme vergleichend dargestellt und untersucht.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen Ansätze, Methoden und Implementierungen moderner Wissensverarbeitung kennen. Dies sind im einzelnen: Klassische Verfahren Wissensrepräsentation (Logik, Frames, Ontologien) Wissensverarbeitung (Regelbasierte Systeme, PROLOG) Semantik Web (OWL, ...) Softcomputing (Neuronale Netze, Fuzzy Logik und Systeme) Genetische/Evolutionäre Algorithmen lineare Optimierung Nicht-klassische Verfahren Schwarmintelligenz Selbstorganisation formale Begriffsanalyse
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Russel, Norvik: Artificial Intelligence - A modern approach. Addison Wesley. Stumme, G. und Wille, R.: Begriffliche Wissensverarbeitung. Springer, 2000.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 454301 Vorlesung Wissensverarbeitung • 454302 Vorlesung Softcomputing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Knowledge Processing: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Softcomputing: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45431 Wissensverarbeitung und Softcomputing (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 51970 Moderne Methoden der Regelungstechnik

2. Modulkürzel:	060200121	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Regelung und Systementwurf, Modul 060200110
12. Lernziele:	Robuste Regelung: • Die Studierenden sind in der Lage, anhand des Frequenzgangs die Eigenschaften eines Regelkreises zu beurteilen. • Die Studierenden sind in der Lage, die Unsicherheiten des Streckenmodells systematisch zu beschreiben. • Die Studierenden sind in der Lage, Regelkreise auf robuste Stabilität und robuste Regelqualität hin zu prüfen und robuste Regler zu entwerfen (z.B. mit dem H-Unendlich-Verfahren). Nichtlineare Regelung: • Die Studierenden beherrschen die Stabilitätsbegriffe und –kriterien für nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Methoden der nichtlinearen Regelung anzuwenden. • Die Studierenden verstehen die Wirkung eines linearen Reglers auf nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, den linearen Reglerentwurf mithilfe des nichtlinearen Streckenmodells vorzubereiten und auszubauen.
13. Inhalt:	Robuste Regelung: • Störeinflüsse und Übertragungsfunktionen im Regelkreis, Beurteilung eines Regelkreises anhand des Frequenzgangs • Analyse linearer Mehrgrößensysteme mithilfe von Singulärwertdiagramme • Beschreibung strukturierter und unstrukturierter Modellunsicherheiten, Kriterien für robuste Stabilität und robuste Regelqualität • H-Unendlich-Regelung • mue-Analyse nichtlineare Regelung: • Stabilitätsbegriffe und -kriterien • nichtlineare Entwurfsverfahren: Kennfeldregelung, nichtlineare Vorsteuerung, Ein/Ausgangs-Linearisierung, Sliding-Mode-Regelung • praktische Berechnung von Arbeitspunkten

	• Eigenschaften nichtlinearer Systeme mit linearem Regler • Anti-Windup-Vorrichtungen
14. Literatur:	• W. Grimm: Regelungstechnik 3, Skript • W. Grimm: Nichtlineare Regelung, Skript • K. Müller: Entwurf robuster Regelungen, Teubner J. Raisch: Mehrgrößenregelung im Frequenzbereich, Oldenbourg • Skogestad, S. und I. Postlethwaite: Multivariable Feedback Control, Analysis and Design, Wiley • S. Engell: Entwurf nichtlinearer Regelungen, Oldenbourg • J.-J. E. Slotine: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall • Vortragsfolien und Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 519702 Robuste Regelung • 519701 Vorlesung Robuste Regelung • 519703 Vorlesung Nichtlineare Regelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	• Robuste Regelung, Vorlesung: 14 h Präsenzzeit, 31 h Selbststudium • Robuste Regelung, Übung: 14 h Präsenzzeit, 31 h Selbststudium • Nichtlineare Regelung, Vorlesung: 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51971 Moderne Methoden der Regelungstechnik (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Kombination von Beamer und Tafelanschrieb analytische Übungsaufgaben Matlab-Übungen Lernmaterial unter ILIAS (Skripten, alte Prüfungen usw.)
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 67470 Seminar Systems Architecting

2. Modulkürzel:	060600109	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden sind anhand der im Seminar unter Anleitung bearbeiteten Fallbespiele in der Lage, die Ansätze und Grundlagen zum Entwurf und Management großer Ingenieursysteme (Flugzeuge, Satelliten, Autos, Schiffe, usw.) anzuwenden.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen anhand eines Fallbeispiels, Ansätze, Methoden und Vorgehensweisen großer Ingenieursysteme kennen, einzusetzen und zu analysieren. Der Rahmen der Fallbeispiele speist sich aus dem Kontext der Luft- und Raumfahrtindustrie (z.B. Flugzeuge, Vorentwurf, Kabinenentwurf und -auslegung), Automobilindustrie (Strukturauslegung / Body in White, Abgasanlagen, Digitale Fabrik), Schiffe (Systems Engineering, Digitale Fabrik), Konsumgüter. Dazu kann eine Auswahl der folgenden Methoden in der Analyse und Synthese der komplexen Systeme zum Einsatz kommen: - Erkennen von Kopplungen (natürlichsprachliche Beschreibung) - Formalisierung auf formale (Fach-)Ontologie - Ableitung des verwendeten Entwurfsschemas - Identifikation von Entwurfstreibern - Sensitivitätsanalysen/system trades - Topologiebewertung/Technologieeinhüllende Im Seminar werden zu ausgewählten Themenaspekten Vertreter aus der Industrie eingeladen, die die Seminarinhalte und -ergebnisse aus dem Blickwinkel der Industrie bewerten, diskutieren und ggfs. ergänzen.
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Art and Science of Systems Architecting INCOSE Systems Engineering Handbook NASA systems engineering manual ESA ECSS design standards Luftfahrttechnisches Handbuch
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 674701 Seminar Systems Architecting
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67471 Seminar Systems Architecting (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1

	Projektarbeit zum Seminar "Art and Science of Systems Architecting"
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 68360 Nichtlineare Regelung

2. Modulkürzel:	060200125	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Regelung und Systementwurf, Modul 060200110
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Stabilitätsbegriffe und Stabilitätskriterien für nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Methoden der nichtlinearen Regelung anzuwenden. • Die Studierenden verstehen den Effekt linearer Regler auf nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, den linearen Reglerentwurf mithilfe des nichtlinearen Modells vorzubereiten und zu ergänzen.
13. Inhalt:	• nichtlineare Systeme: Stabilitätsbegriffe und Stabilitätskriterien • Methoden der nichtlinearen Regelung: Kennfeldregelung, nichtlineare Vorsteuerung, Ein/Ausgangs-Linearisierung, Sliding-Mode-Regelung • praktische Berechnung von Arbeitspunkten, Eigenschaften nichtlinearer Systeme mit linearem Regler • Anti-Windup-Vorrichtungen
14. Literatur:	• W. Grimm: Nichtlineare Regelung, Skript • S. Engell: Entwurf nichtlinearer Regelungen, Oldenbourg • J.-J. E. Slotine: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall • Vortragsfolien und Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Nichtlineare Regelung, Vorlesung: 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68361 Nichtlineare Regelung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Kombination von Beamer und Tafel, Matlab-Beispiele
20. Angeboten von:	

214 Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT

Zugeordnete Module:

39460	Carbon Composites Trainee-Programm
44200	Composites modelling
44370	Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik
44390	Faserverbundseminar
44650	Konstruieren mit Keramik
44730	Leichtbau I
44740	Leichtbau I, II
44770	Leichtbauseminar
44800	Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen
44810	Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen
45270	Technologie- und Dimensionierungsgrundlagen für Bauteile aus Faserkunststoffverbund (FKV)
45300	Tragwerksoptimierung
45390	Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt
45400	Werkstofftechnik metalllischer Werkstoffe
45450	Werkstoffe und Verfahren für Antriebe der Luft- und Raumfahrt
45680	Optimale Tragwerksauslegung
48680	Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua
49630	Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden
50040	Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I
57160	Strukturdynamik
57170	Einführung in die Finite Elemente Methode
69510	Einführung in die Charakterisierung und Anwendung poröser Medien in der Luft- und Raumfahrt
71780	Strukturdynamik
71940	Additive Fertigungsverfahren
77780	Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials
79150	Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen
79160	Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode

Modul: 39460 Carbon Composites Trainee-Programm

2. Modulkürzel:	060310116	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Florian Helber
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die aktuellen Geschehnisse in Forschung und Industrie. Die Studenten sollen am Ende des Programms die komplexen Zusammenhänge der Faserverbundtechnologien verstehen. Es soll verstanden werden worauf es bereits in der Auslegung von Bauteilen, sowie der Auswahl von Materialien und Herstellungsmethoden ankommt. Das Besondere an diesem Programm ist, dass die Vorlesungen von den Experten des jeweiligen Fachgebiets gehalten werden. Die Studierenden verstehen, welche Kriterien und Parameter für die Wahl der Herstellungsmethoden wichtig sind. Sie kennen die Vor- und Nachteile der jeweiligen Methoden. Durch Materialverständnis können sie das Leichtbaupotential bei der Auslegung von Bauteilen besser ausschöpfen.
13. Inhalt:	Bauteilauslegung Fasertypen und Herstellung Matrixsysteme Textiltechnik Injektionsverfahren Duromere Matrixsysteme Zerstörunfgsfreie Prüfung
14. Literatur:	Skripte werden von den jeweiligen Dozenten/Professoren zur Verfügung gestellt.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 394601 Vorlesung Carbon Composites Trainee-Programm
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit Vorlesung: 42 Stunden Selbststudiumszeit: 48 Stunden Gesamt: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39461 Carbon Composites Trainee-Programm (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Das Programm richtet sich an Studenten, die neben ihrem Studium die Chance nutzen wollen, eine zusätzliche Ausbidlung auf dem Gebiet der Faserverbundwerkstoffe zu erhalten. Der theoretische Teil des Programms besteht aus 7 Vorlesungstagen, an denen die Studenten vertieftes Wissen

	zum Thema Faserverbundwerkstoffe geleert bekommen. Professoren und Dozenten verschiedener Universitäten und Forschungsreinrichtungen halten Vorlesungen zu den Themen: Strukturmechanik, Matrixsysteme, Fasertechnologien, Textile Preformtechnologien, Injektion und Aushärtung. Die Vorlesungen finden in Form von Blockveranstaltungen statt.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44200 Composites modelling

2. Modulkürzel:	060310105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr. Anthony Pickett
9. Dozenten:	Anthony Pickett
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• The student will gain an understanding of basic and advanced Finite Element methods, and be to apply these methods to Stiffness, failure, impact and crash applications for composite materials. • A theoretical and practical introduction to methods used for numerical modelling of composites infusion and draping processes will be given so that simple problems may be analysed. • The student will be able to predict mechanical properties from an understanding of micro-mechanics. • Laminate analysis theory will allow him/her to undertake structural analysis and predict effects such as distortions from cure shrinkage
13. Inhalt:	Basics of the finite element methods: Theory, linear, geometric and materials non-linearity for Implicit analysis Element formulations Advanced FE topics including explicit analysis, element integration Techniques applied to linear, failure, impact and crash analysis Composites laminate analysis: theory and practice. Micro-mechanics of composites Process simulation: Infusion, draping Optimisation methods applied to numerical simulation
14. Literatur:	Skript Process Modeling in Composites Manufacturing, Second Edition Suresh G. Advani, CRC Press.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442001 Vorlesung und Übung Composites modelling
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44201 Composites modelling (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44370 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik

2. Modulkürzel:	060513103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden - kennen die Bedeutung von Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - kennen die wichtigsten Aktoren für Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - kennen die wichtigsten Sensoren und Prinzipien der Signalverarbeitung für Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - können Messkörper auf der Basis von Dehnungsmessstreifen auslegen, - können den für Strukturtests maßgeblichen Teil der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik anwenden, - können den für Strukturtests maßgeblichen Teil der Ausgleichsrechnung anwenden, - kennen die experimentellen Modalanalyse auf einfache Strukturen anwenden, - kennen die Grundlagen von Betriebslastprüfungen
13. Inhalt:	Vorlesung: - Aktoren zur Erzeugung von Prüfbelastungen, - Sensoren und ihre Messprinzipien, - Grundbegriffe des Messens - Digitalisierung von Messsignalen, - Messfehler - Dehnungsmessstreifentechnik, - Schwingungsanalyse, Schwingungsprüfung.

	Exkursion: Eintägiger Besuch eines einschlägigen Unternehmens für Strukturtests in der Luft und Raumfahrt. Laborversuch: Durchführung und Auswertung eines Versuchs zur Experimentellen Modalanlyse.
14. Literatur:	• Buxbaum, O.: Betriebsfestigkeit. 2. Aufl. Düsseldorf : Verlag Stahleisen, 1992 • Ewins, D.J.: Modal testing : theory, practice and application. 2. Aufl. Baldock Hertfordshire : Research Studies Press, 2000 • Fisz, M.: Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik. 11. Aufl. Berlin : Dt. Verl. d. Wiss., 1989 • Keil, S.: Beanspruchungsermittlung mit Dehnungsmessstreifen. Zwingenberga.d. Bergstr. : Cuneus, 1995 • Laible, M. Müller, R.K. et al.: Mechanische Größen elektrisch gemessen - Grundlagen und Beispiele zur technischen Ausführung. 5. Aufl. Renningen-Malmsheim : expert-Verlag, 2002 • Lawrence, A.: Modern inertial technology : navigation, guidance, and control. New York [u.a.] : Springer, 1993 • Matthies, H.J.: Einführung in die Ölhydraulik. 3. Aufl. Stuttgart : Teubner, 1995 • Natke, H.G.: Einführung in Theorie und Praxis der Zeitreihen- und Modalanalyse. 3. Aufl. Braunschweig Wiesbaden : Vieweg, 1992 • Tietze, U. Schenk C.: Halbleiter-Schaltungstechnik. 12. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2002 • Skript • Zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443701 Vorlesung Experimentelle Methoden der Strukturmechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit31 h, Selbststudium59 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 44371 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • 44372 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik (USL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, zahlreiche Exponate
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 44390 Faserverbundseminar

2. Modulkürzel:	060310110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Ruben Czichos
9. Dozenten:	Dennis Zink
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	44730 Leichtbau I
12. Lernziele:	Nach erfolgreichem Beenden des Moduls sind die Studierenden in der Lage, einfache Strukturen aus faserverstärkten Kunststoffen realitätsnah auszulegen. Dazu zählen die analytische Vordimensionierung hinsichtlich vorgegebener Lastfälle, die Konzepterstellung und Fertigung mithilfe eines geeigneten Herstellungsverfahrens sowie die Durchführung von Bauteilprüfungen zum Nachweis der geforderten Bauteilfunktion.
13. Inhalt:	Auslegung von Faserverbundstrukturen Fertigungsverfahren (theoretisch und praktisch) Prüftechnik
14. Literatur:	Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden - Helmut Schürmann
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443901 Seminar Faserverbundseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44391 Faserverbundseminar (BSL) (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1 - 44391 Faserverbundseminar, benotete Studienleistung (BSL)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44650 Konstruieren mit Keramik

2. Modulkürzel:	060310113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dennis Zink
9. Dozenten:	Hendrik Weihs
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben Kenntnisse über gängige keramische und faserkeramische Werkstoffe. Sie beherrschen die Konstruktionsregeln für spröde Werkstoffe und für thermal belastete Strukturen. Weiterhin kennen sie die spezifischen Eigenschaften faserverstärkter Keramiken.
13. Inhalt:	Within this module the most important technical ceramics will be presented and discussed in terms of properties and application. Special design rules for brittle materials will be discussed. Fiber reinforced ceramics, their manufacturing and properties will be presented in more detail. This includes design principles and examples for thermally loaded structures, as mainly used for space vehicles with re-entry capability.
14. Literatur:	Foliensatz der Vorlesung. Keramische Verbundwerkstoffe, Walter Krenkel (Hersg.), Wiley-vch Verlag, Weinheim, ISBN 3-527-30529-7
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446501 Vorlesung Konstruieren mit Keramik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44651 Konstruieren mit Keramik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44730 Leichtbau I

2. Modulkürzel:	060310103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour
9. Dozenten:	Maged Sorour Peter Middendorf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Leichtbau I, II --> Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten wissen die wesentlichen Grundlagen des Leichtbaus, Leichtbaumethoden, Leichtbauwerkstoffe sowie moderne Werkstoffsysteme. Die Studierenden werden mit dem Entwurf und Auslegung einzelner Strukturelemente im Bereich der Festigkeit, Steifigkeit vertraut gemacht. Die wichtigsten strukturmechanischen Auslegungsmethoden und Theorien werden dabei anhand realer Flugzeugstrukturen angewendet und praktiziert.
13. Inhalt:	Kriterien der Leichtbaukonstruktionen, Leichtbaumethoden, Entwurfsphilosophien, Systematik und Gestaltung von Leichtbaukonstruktionen, Berechnungsmethoden, Gestaltleichtbau und geometrische Kenngrößen von Strukturkomponenten, Werkstoffleichtbau und moderne Werkstoffsysteme, Strukturelemente, Zugelemente, Biegeelemente.
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Wiedemann, J.: Leichtbau
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447301 Vorlesung und begleitende Übungen Leichtbau I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44731 Leichtbau I (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Flugzeugbau

Modul: 44740 Leichtbau I, II

2. Modulkürzel:	060310102	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour
9. Dozenten:	Maged Sorour Peter Middendorf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden wissen die wesentlichen Grundlagen des Leichtbaus, Leichtbaumethoden, Leichtbauwerkstoffe sowie moderne Werkstoffsysteme. Die Studierenden werden mit dem Entwurf und der Auslegung einzelner Strukturelemente im Bereich der Festigkeit, Steifigkeit und Stabilität vertraut gemacht. Die wichtigsten strukturmechanischen Auslegungsmethoden und Theorien werden dabei anhand realer Flugzeugstrukturen angewendet und praktiziert.
13. Inhalt:	Kriterien der Leichtbaukonstruktionen, Leichtbaumethoden, Entwurfsphilosophien, Systematik und Gestaltung von Leichtbaukonstruktionen, Berechnungsmethoden, Gestaltleichtbau und geometrische Kenngrößen von Strukturkomponenten, Werkstoffleichtbau und moderne Werkstoffsysteme, Strukturelemente, Zugelemente, Biegeelemente, Druckelemente, Schub- und Zugfelder, Sandwichstrukturen, Überlagerungen und Krafteinleitung.
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Wiedemann, J.: Leichtbau Kossira, H.: Leichtbau
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447401 Vorlesung und begleitende Übungen Leichtbau I, II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44741 Leichtbau I, II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44770 Leichtbauseminar

2. Modulkürzel:	060310111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Johannes Schwingel
9. Dozenten:	Johannes Schwingel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• 44730 Leichtbau I
12. Lernziele:	Nach erfolgreichem Beenden des Moduls sind die Studierenden in der Lage, einfache Probleme auf Basis der FEM zu lösen. Dazu gehören die Berechnung einfacher statischer Lastfälle für Metall- und Composite - Bauteile und die Bauteiloptimierung auf Basis der FEM.
13. Inhalt:	• Klassische Laminattheorie • Finite Elemente Methode • Auslegung von FVK-Strukturen • Topologieoptimierung
14. Literatur:	Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden - Helmut Schürmann
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447701 Vorlesung und Seminar Leichtbauseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Leichtbauseminar, Seminar: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44771 Leichtbauseminar (BSL) (BSL), Schriftlich und Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1 - 44771 Leichtbauseminar, benotete Studienleistung (BSL), Schriftlich und Mündlich, 45Min, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44800 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen

2. Modulkürzel:	060600114	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Hans-Jürgen Ertelt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Methoden zur Beurteilung der Schädigung von schwingend beanspruchten Konstruktionen des Maschinenwesens und speziell der Luft- und Raumfahrt. • Sie beherrschen die rechnerischen und experimentellen Verfahren bzw. Konzepte zur Abschätzung der Lebensdauer einer Konstruktion und deren Elemente. Sie sind in der Lage, Ergebnisse der Lebensdauerabschätzung kritisch zu hinterfragen und zu beurteilen. • Sie kennen die Unterschiede zwischen zügigen und zyklischen Materialkennwerten und beherrschen die Prüftechniken zur Ermittlung dieser Kennwerte. • Die Studierenden sind vertraut mit den verschiedenen Verfahren zur Analyse und Synthese von Betriebsbeanspruchungen und wissen diese bei den unterschiedlichen Schadensakkumulationsmodellen entsprechend zu berücksichtigen. Sie sind vertraut mit den aktuellen problemorientierten Standard-Last-Zeit-Sequenzen. • Die Studierenden sind in der Lage, die Festigkeit rissbehafteter Bauteile zu bestimmen, unter Berücksichtigung des entsprechenden Spannungs- bzw. Verformungszustandes. • Sie kennen die verschiedenen Bruchmechanik-Parameter und deren vornehmliche Anwendungsbereiche sowie Vorgehensweisen zur Bestimmung des Rissfortschritts unter zyklischer Bauteilbeanspruchung. • Die Studierenden sind vertraut mit dem Festigkeitsverhalten rissbehafteter Bauelemente. • Sie kennen das Griffithsche Energiekriterium, das K-Konzept (Spannungsintensitätsfaktoren), das R-Kurven Konzept und die verschiedenen Beanspruchungsmodi sowie die entsprechenden Gleichungssysteme zur Beschreibung der Spannungen bzw. Verformungen in unmittelbarer Rissspitzen-Umgebung. • Sie sind vertraut mit den Prüftechniken und Methoden zur experimentellen Bestimmung bruchmechanischer Kennwerte.

13. Inhalt:	Materialermüdung I Die Inhalte in „Materialermüdung I“ beziehen sich im Wesentlichen auf das sogenannte Nennspannungskonzept. • Einstufenversuch (Wöhlerversuch) • Ermüdungsfestigkeit - Mechanismus und Einflüsse • Statistische Auswertung • Zählverfahren • Betriebsfestigkeitsversuche • Schadensakkumulation • Analyse und Synthese von Lastabläufen Bruchmechanik I Die Vorlesungsinhalte in „Bruchmechanik I“ beschäftigen sich vornehmlich mit der sogenannten Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEB) bzw. mit der Modifizierten-Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEBM), d.h. es werden keine bzw. nur sehr kleine plastische Verformungen um die Rissspitze zugelassen. Materialermüdung II Im „Materialermüdung II“ werden die Studierenden mit dem heute vielfach angewendeten sogenannten Lokalen Konzept vertraut gemacht. Die Schadensakkumulationsverfahren werden dargestellt und die Möglichkeiten und Grenzen dieses Konzepts aufgezeigt. Die Studierenden kennen die vereinfachten Verfahren zur Bestimmung der Spannungs-Dehnungs-Pfade, die sich unter unregelmäßig schwingender Beanspruchung um die Rissspitze ausbilden und sind vertraut, diese in die Abschätzung der Bauteillebensdauer einzubeziehen. Die Studierenden sind in der Lage sowohl bei Konstant-Amplituden-Belastung (Wöhler-Belastung) als auch unter Betriebsbelastungen, den Rissfortschritt in einem Bauteil rechnerisch zu erfassen. Bruchmechanik II In „Bruchmechanik II“ werden die Studierenden vertraut mit dem Bruchverhalten angerissener duktiler Werkstoffe, d.h. mit dem Bruchverhalten von Materialien und Konstruktionselementen, bei denen sich im Versagensfall größere plastische Verformungen um die Rissspitze ausbilden (CTOD- Konzept, J-Integral). Die Studierenden kennen die verschiedenen Berechnungsverfahren und die experimentellen Methoden zur Bestimmung der entsprechenden kritischen Kennwerte.
14. Literatur:	Jürgen Ertelt, Skript zur Vorlesung, jährlich aktualisiert, mit Verweisen, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448001 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik I • 448002 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Materialermüdung und Bruchmechanik I, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Materialermüdung und Bruchmechanik II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 120 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44801 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 44810 Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen

2. Modulkürzel:	060310112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jonas Schlotterbeck
9. Dozenten:	Jonas Schlotterbeck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Erlangung theoretischer und praktischer Kenntnisse in Bezug auf die Prüfung faserverstärkter Kunststoffe.
13. Inhalt:	• Prüfmaschine • Normversuche • Probenherstellung • Probenprüfung • Versuchsauswertung
14. Literatur:	Skript: Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448101 Vorlesung mit praktischen Teilen Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44811 Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung 30 Minuten
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Beamer • Tafel • ILIAS
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 45270 Technologie- und Dimensionierungsgrundlagen für Bauteile aus Faserkunststoffverbund (FKV)

2. Modulkürzel:	060310108	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dennis Zink
9. Dozenten:	Christof Kindervater
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis des Werkstoffverbundes Faser- Kunststoff-Verbund sowie der mikromechanischen Zusammenhänge und letztendlich der gesamten FKV-Prozesskette. Sie haben einen Überblick über gängige Faser-/Halbzeug-/Matrixsysteme. Sie kennen die Anwendung von fasergerechten Fertigungsverfahren und Prüfmethoden und die Methoden zum Entwurf und zur Dimensionierung von Laminaten (Klassische Laminattheorie (CLT), Versagenshypothesen). Die Studierenden sind in der Lage Krafteinleitungen vorzudimensionieren.
13. Inhalt:	• Einführung in die FKV (Historie, Analogien zur Natur, Marksituation) • Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Branchen • Fasern/Halbzeuge/Matrices • Duromere und thermoplastische Fertigungsverfahren • FKV-spezifische NDT-Verfahren • Recycling • Mikromechanische Modelle (UD-Einzelschicht, Gewebe) • Elastische Eigenschaften der Einzelschicht und des Mehrschichtverbundes (CLT) • Einfluss von Temperatur und Feuchte • Festigkeitshypothesen für die Einzelschicht • Krafteinleitungen (Kleben, Bolzen, Schlaufen) • Fallstudien
14. Literatur:	Helmut Schürmann Konstruieren mit Faser-Kunststoffverbunden Springer 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452701 Vorlesung Technologie- und Dimensionierungsgrundlagen für Bauteile aus Faserkunststoffverbund (FKV)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45271 Technologie- und Dimensionierungsgrundlagen für Bauteile aus Faserkunststoffverbund (FKV) (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Schriftlich, Dauer 60 Minuten

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 45300 Tragwerksoptimierung

2. Modulkürzel:	069901107	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I - III, Höhere Mathematik I - III
12. Lernziele:	Die Studierenden - können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik strukturieren und adäquat beschreiben, und zwar einschließlich Mehrzielkriterien, - können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik klassifizieren, - besitzen einen Überblick über die Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, - können einfache Optimierungsprobleme ohne und mit Randbedingungen analytisch lösen, - kennen die wesentlichen Grundlagen numerischer Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, - können zwei typische numerische Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik anwenden, - kennen das Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren in der Strukturmechanik.
13. Inhalt:	- Einführung und Motivation, - Klassifikationsmerkmale für Optimierungsprobleme, - mathematische Beschreibung tragwerkstypischer Optimierungsprobleme, - allgemeines Vorgehen beim Optimalentwurf, - analytische Optimierungsverfahren, - numerische Verfahren für tragwerkstypische Optimierungsprobleme, (insbes. Liniensuch-, Straffunktions-, duales Lösungsverfahren), - Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren.
14. Literatur:	- Arora, J.S.: Introduction to optimum design. 2 Aufl. Amsterdam/... : Elsevier Academic Press, 2004. - Baier, H. , Seeßelberg, C. , Specht, B.: Optimierung in der Strukturmechanik. Braunschweig, Wiesbaden : Vieweg, 1994. - Kirsch, U.: Structural Optimization. Berlin/... : Springer, 1993. - Papageorgiou, M.:

	Optimierung : statische, dynamische, stochastische Verfahren für die Anwendung. 2. Aufl. München , Wien : Oldenbourg, 1996. - Pardalos, P.M. , Resende, M.G.C. (Hrsg.): Handbook of applied optimization. Oxford , Berlin : Oxford University Press, 2002. - Skript.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453001 Vorlesung Tragwerksoptimierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45301 Tragwerksoptimierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	[48710] Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 45390 Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060310106	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Yves Klett
9. Dozenten:	Peter Middendorf Yves Klett
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die in der Luft- und Raumfahrt eingesetzten Materialien und Fertigungsvefahren kennen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Faserverbund- und Leichtmetallwerkstoffen, additiven Herstellungsverfahren, Kleben sowie auf Sandwich-Technologien. Die Studierenden lernen Vor- und Nachteile sowie praxisorientierte Auswahlkriterien kennen, die über einen optimierten Werkstoffeinsatz entscheiden und werden in die Lage versetzt, eine solche Auswahl selbst zu treffen.
13. Inhalt:	• Faserverbundwerkstoffe • Verstärkungsfasern und Matrixsysteme • Textile Herstellungsverfahren • Sandwichwerkstoffe • Leichtmetalle • Multifunktionale Werkstoffe • Kleben • Schweißen • Korrosion und Oberflächenbehandlung
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Schürmann, H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff- Verbunden Ashby, M.: Materials selection in mechanical design
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453901 Vorlesung Werkstoffe und Fertigungsverfahren im Flugzeugbau
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45391 Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Präsentationen und Vortrage von ReferentInnen aus Forschung und Industrie.
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 45400 Werkstofftechnik metalllischer Werkstoffe

2. Modulkürzel:	060600115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Hans-Jürgen Ertelt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit den verschiedenen Verfahren zur Gewinnung und Verarbeitung metallischer Werkstoffe vertraut. Sie beherrschen die Methoden zur Veränderung der Stoffeigenschaften entsprechend der konstruktiven Vorgaben. Sie beherrschen die Verfahren zur experimentellen Ermittlung von Werkstoffkennwerten sowohl unter schlagartiger als auch unter zügiger oder zyklischer Beanspruchung. Sie kennen zerstörungsfreie Prüfverfahren. Sie sind vertraut mit Tribologiesystemen, den Hauptgebieten der Tribologie und den Verschleißmechanismen, aber auch mit den verschiedenen Korrosionsmechanismen. Sie beherrschen die verschiedenen Kennzeichnungen von Werkstoffen, d.h. die Werkstoffnummersysteme bei Stählen, Gusseisen und NE-Metallen. Sie sind in der Lage, die verschiedenen Werkstoffe in den unterschiedlichsten Fertigungsverfahren optimal einzusetzen.
13. Inhalt:	• Werkstoffeigenschaften in Bezug auf Fertigungsverfahren (Urformen, Umformen, Verändern von Stoffeigenschaften usw.) • Gewinnung und Verarbeitung metallischer Werkstoffe • Legierungen (Eisen-, Al- und andere Nichteisenmetall-Legierungen) • Wärmebehandlungen im (Un-)Gleichgewichtszustand • Kriechen - Relaxation • Korrosion: Grundlagen, Korrosionsarten, Korrosionsschutz, Hochtemperaturkorrosion • Werkstoffverhalten bei verschiedenen Temperaturen und Beanspruchungsgeschwindigkeiten • Tribologie (Verschleißmechanismen, Hauptgebiete der Tribologie) • Werkstoffprüfung: Ermittlung spezieller Werkstoffkennwerte (z.B. schlagartige, zügige und zyklische Materialkennwerte), Zeitstandsversuche, schwingende Beanspruchung, Einflussfaktoren, zerstörungsfreie Werkstoffprüfung • Besonderheiten einzelner Werkstoffgruppen • Plastische Verformung und Bruchvorgänge • Methoden zur Erhöhung der Festigkeit • Kriterien für die Werkstoffauswahl • Werkstoffbezeichnungen (Stähle, Gusseisen, NE-Metalle)

14. Literatur:	Jürgen Ertelt, Skript zur Vorlesung, jährlich aktualisiert, mit Verweisen Ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 454001 Vorlesung Werkstofftechnik metalllischer Werkstoffe
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45401 Werkstofftechnik metalllischer Werkstoffe (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 45450 Werkstoffe und Verfahren für Antriebe der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060310109	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinz Voggenreiter
9. Dozenten:	Heinz Voggenreiter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis der werkstoffbedingten Einsatzgrenzen von heutigen Luft- und Raumfahrtantrieben und der werkstofftechnischen Herausforderungen und Lösungsansätzen für Luftund Raumfahrtantriebe der Zukunft.
13. Inhalt:	Die Anforderungsprofile an Werkstoffe für Luft- und Raumfahrtantrieben werden dargestellt. Aktuelle metallische und keramische Werkstoffsysteme und deren Verarbeitungstechniken werden beschrieben. Die mechanischen, thermischen und physikalischen Einsatzgrenzen werden diskutiert und Entwicklungstendenzen aufgezeigt. Neue Werkstofflösungen und deren Verfahrenstechniken zur Steigerung der Leistung und Lebensdauer der Triebwerke werden dargestellt. Eine Führung durch das Institut für Bauweisen und Konstruktionsforschung ist vorgesehen
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Hornbogen, E., Eggeler, G., Werner E.: Werkstoffe, Springer, 2011
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 454501 Vorlesung Werkstoffe und Verfahren für Raumfahrtantriebe • 454502 Vorlesung Werkstoffe und Verfahren für Luftstrahlantrieb
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Werkstoffe und Verfahren für Raumfahrtantriebe, Teil 1, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Werkstoffe und Verfahren für Luftstrahlantriebe, Teil 2, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45451 Werkstoffe und Verfahren für Antriebe der Luft- und Raumfahrt (PL), Schriftlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Bauweisen und Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 45680 Optimale Tragwerksauslegung

2. Modulkürzel:	069901120	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I - III, Höhere Mathematik I - III, Einführung in die Finite Elemente Methode
12. Lernziele:	**Tragwerksoptimierung** Die Studierenden • können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik strukturieren und adäquat beschreiben, und zwar einschließlich Mehrzielkriterien, • können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik klassifizieren, • besitzen einen Überblick über die Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, • können einfache Optimierungsprobleme ohne und mit Randbedingungen analytisch lösen, • kennen die wesentlichen Grundlagen numerischer Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, • können zwei typische numerische Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik anwenden, • kennen das Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren in der Strukturmechanik. **Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung** Die Studierenden • sind mit der Quantifizierung von streuenden Daten vertraut und wissen über ihre Bedeutung für das Verhalten von Tragwerken sowie für das Ergebnis von technologischen Prozessen. • Sie beherrschen analytische und synthetische Methoden zur Berechnung des stochastischen Tragwerksverhaltens bei gegebenen Eingangsdaten für - Elastische Tragwerke - Große Verschiebungen - Elastisch-plastische Tragwerke

- Nichtlineare Dynamik
- Inelastische Formänderungsprozesse

- Sie wissen über die Optimierung von Tragwerken sowie Prozessen bei stochastischem Verhalten, sind mit der Robustheit gegenüber streuenden Konditionen vertraut und können entsprechende Auslegungsverfahren einsetzen.
- Sie sind in der Lage, die Bedeutung der Eingangsdaten sowie die Eignung des Systems für robuste Auslegung zu beurteilen.
- Sie beherrschen die Begriffe der Zuverlässigkeit und Lebensdauer, kennen Verfahren zur Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeit von Bauteilen (analytische Verfahren erster- und zweiter Ordnung sowie Synthese stochastischer Simulation).
- Sie können auf einevorgegebene Ausfallwahrscheinlichkeit hin optimieren und dieZuverlässigkeit von Tragsystemen abschätzen im Serien- Parallel- oder Standby- Modus.
- Sie sind mit den Begriffen der stochastischen Feldgrößen bzw. stochastischen Prozessen vertraut und wissen diese zu charakterisieren.
- Sie lernen durchweg, der Streuung mittels analytischer Approximation sowie alternativ durch stochastische Monte Carlo Simulation Rechnung zu tragen.

13. Inhalt:

Tragwerksoptimierung

- Einführung und Motivation
- Klassifikationsmerkmale für Optimierungsprobleme
- mathematische Beschreibung tragwerkstypischer
- Optimierungsprobleme
- allgemeines Vorgehen beim Optimalentwurf
- analytische Optimierungsverfahren
- numerische Verfahren für tragwerkstypische Optimierungsprobleme (insbes. Liniensuch-, Straffunktions-, duales Lösungsverfahren)
- Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren

Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung

- Streuung und Charakterisierung
- Stochastische Tragwerksanalyse mittels Taylorreihe
- elastisch, nichtlinear, plastisch, nichtlineare Dynamik
- Optimale Auslegung - Robustheit
- Monte Carlo Verfahren - Tragwerksanalyse und Entwurfsertüchtigung
- Zuverlässigkeit - Systeme und Bauteile, analytische Approximation, stochastische Simulation, Optimierung und Zuverlässigkeit
- zeitabhängige Phänomene - stochastische Prozesse und -Felder, Lebensdauer
- Inelastische Formänderungsprozesse - Signifikanz der Eingangsstreuung,numerische Analyse, optimale Auslegung

14. Literatur:

- Arora, J.S.: Introduction to optimum design. 2 Aufl. Amsterdam/... : Elsevier Academic Press, 2004.
- Baier, H. , Seeßelberg, C. , Specht, B.: Optimierung in der Strukturmechanik. Braunschweig , Wiesbaden : Vieweg, 1994.
- Kirsch, U.: Structural Optimization. Berlin/, : Springer, 1993.

	- Papageorgiou, M.: Optimierung : statische, dynamische, stochastische Verfahren für die Anwendung. 2. Aufl. München, Wien : Oldenbourg, 1996. - Pardalos, P.M. , Resende, M.G.C. (Hrsg.): Handbook of applied optimization. Oxford , Berlin : Oxford University Press, 2002. - Skript. - Ioannis Doltsinis, Stochastic Methods in Engineering, WIT Press Southampton 2012. - Ergänzende und zusammenfassende Vortragsfolien.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 456801 Vorlesung Tragwerksoptimierung • 456802 Vorlesung Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesungen
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45681 Optimale Tragwerksauslegung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 48680 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua

2. Modulkürzel:	060600108	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundzüge der Elastostatik, Finite Elemente
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit den Eigenheiten elastisch-plastischen Verhaltens metallischer Werkstoffe bei monotoner wie auch bei wechselnder Beanspruchung vertraut, und kennen die mathematischen Ansätze zu dessen Beschreibung. Sie wissen, die Festigkeitsreserven der plastischen Verformung bei der Bauteildimensionierung einzuschätzen. Sie kennen die grundlegenden Verfahren zur Lösung elastisch-plastischer Probleme und sind in der Lage in bestimmten Fällen analytische Ansätze zu erarbeiten. Sie sind vertraut mit der Tragfähigkeit elastisch-plastischer Systeme und beherrschen die Methoden zu deren Abschätzung bzw. Eingrenzung. Sie wissen über Versagen bzw. Anpassung des Tragwerks bei wechselnder Belastung Bescheid und können die Bedingungen für einen sicheren Einsatz festlegen. Sie beherrschen die grundlegenden Algorithmen elastisch-plastischer Berechnungen mit finiten Elementen, können das numerische Verhalten der Lösung wie Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit ergründen und interpretieren. Ebenso die numerische Lösung mit Hilfe des vermittelten theoretischen Hintergrunds. Sie kennen den Einfluss der Temperatur sowie der Zeit bei Werkstoffen mit viskosen Komponenten (Kriechen). Sie wissen über die Signifikanz von endlichen Formänderungen für die Bauteilstabilität. Sie sind mit der Modellierung von inelastischen Prozessen und mit deren numerischen Behandlung vertraut.
13. Inhalt:	• Stoffverhalten und mathematische Ansätze • Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua - Lösungsmethoden, Fallstudien • Tragfähigkeit und ihre Abschätzung - Traglasttheoreme • Wechselbelastung - Theorie der Anpassung • Numerische Berechnungsverfahren - Algorithmen, numerisches Verhalten

	• Einfluss von Temperatur und Zeit • Signifikanz endlicher Formänderungen - Bauteilstabilität • Modellierung und Simulation inelastischer Prozesse
14. Literatur:	Ioannis Doltsinis, Elements of Plasticity - Theory and Computation, WIT Press Southampton 2000, 2nd edition 2010. Ioannis Doltsinis, Large Deformation Processes of Solids, WIT Press Southampton 2004. Zusammenfassende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486801 Vorlesung und Übung Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 26 h, Selbststudium 64 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48681 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, Powerpoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49630 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden

2. Modulkürzel:	060600113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	André Haufe
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vertiefte Kenntnisse in Mechanik und Statik
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit den Simulationsmethoden zur Abbildung strukturmechanischer Prozesse in der Kurzzeitdynamik vertraut. Sie können die Unterschiede zur impliziten zeitintegrationsverfahren aufzeigen und die speziellen Anwendungen und Anforderungen im industriellen Einsatz diskutieren. Sich hieraus ergebende Anforderungen an die Modellbildung (Werkstoffmodelle, diverse Diskretisierungen, Verifikation und Validierung von Modellen) sind den Studenten bekannt. Der Einfluss von Diskretisierungsgrößen wie z.B. Zeitschrittgröße oder Elementgröße auf die Qualität und Belastbarkeit von Berechnungsergebnisse sind verstanden. Die Studierenden kennen die Anforderungen an die Simulation aus Industriesicht.
13. Inhalt:	• Einführung und Übersicht aktueller Anwendungen für explizite Zeitintegrationsverfahren in der FEM • Zeitintegration und Diskretisierung mit Finiten Elementen / Unterschiede zu Impliziten Verfahren • Effekte materieller Nichtlinearitäten der FEM im Industrieeinsatz • Gebräuchliche Materialformulierungen und Implementierung • Modelltechnik und -aufbau großer Impaktmodelle (z.B. Crashmodelle) • Fluid-Struktur-Interaktion für explizite Zeitintegration (Airbag-Entfaltung) • Validierung und Verifikation von Berechnungsmodellen in der Industriepraxis

14. Literatur:	Belytschko, T., Liu, W.K., Moran, B.: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Jpohn Wiley und Sons, LTD, ISBN 0-471-98773-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496301 Vorlesung Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49631 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 50040 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I

2. Modulkürzel:	060600125	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Hans-Jürgen Ertelt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Methoden zur Beurteilung der Schädigung von schwingend beanspruchten Konstruktionen des Maschinenwesens und speziell der Luft- und Raumfahrt. • Sie beherrschen die rechnerischen und experimentellen Verfahren bzw. Konzepte zur Abschätzung der Lebensdauer einer Konstruktion und deren Elemente. Sie sind in der Lage, Ergebnisse der Lebensdauerabschätzung kritisch zu hinterfragen und zu beurteilen. • Sie kennen die Unterschiede zwischen zügigen und zyklischen Materialkennwerten und beherrschen die Prüftechniken zur Ermittlung dieser Kennwerte. • Die Studierenden sind vertraut mit den verschiedenen Verfahren zur Analyse und Synthese von Betriebsbeanspruchungen und wissen diese bei den unterschiedlichen Schadensakkumulationsmodellen entsprechend zu berücksichtigen. Sie sind vertraut mit den aktuellen problemorientierten Standard-Last-Zeit-Sequenzen.
13. Inhalt:	Materialermüdung I Die Inhalte in „Materialermüdung I“ beziehen sich im Wesentlichen auf das sogenannte Nennspannungskonzept. • Einstufenversuch (Wöhlerversuch) • Ermüdungsfestigkeit - Mechanismus und Einflüsse • Statistische Auswertung • Zählverfahren • Betriebsfestigkeitsversuche • Schadensakkumulation • Analyse und Synthese von Lastabläufen Bruchmechanik I Die Vorlesungsinhalte in „Bruchmechanik I“ beschäftigen sich vornehmlich mit der sogenannten Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEB) bzw. mit der Modifizierten-Linear-

	Elastischen-Bruchmechanik (LEBM), d.h. es werden keine bzw. nur sehr kleine plastische Verformungen um die Rissspitze zugelassen.
14. Literatur:	Jürgen Ertelt, Skript zur Vorlesung, jährlich aktualisiert, mit Verweisen Ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 500401 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50041 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 57160 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060513111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten Kriterien und Grenzen für die Modellbildung in der Strukturdynamik, • können Freiheitsgrade und kinematische Bindungen identifizieren und in unterschiedlichen Koordinatensystemen beschreiben, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Mehrkörper-Systeme aufstellen, linearisieren und lösen, • können die Bewegungsgleichungen eindimensionaler Kontinua aufstellen und lösen, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen und lösen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit einem Freiheitsgrad berechnen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit mehreren Freiheitsgraden berechnen, • kennen das Verfahren der Modalanalyse mit und ohne Dämpfung,

	• besitzen Grundkenntnisse für den Umgang mit einfachen dynamischen Finite-Elemente-Modellen.
13. Inhalt:	**Veranstaltung Dynamik I:** - Modellierung, Freiheitsgrade und Kinematik bei Mehrkörpersystemen, - Prinzip von d' Alembert, Prinzip der virtuellen Verschiebungen in der Dynamik, - Aufstellung von Bewegungsgleichungen bei Mehrkörpersystemen, - Linearisierung von Bewegungsgleichungen, - Einheitsverschiebungsgesetz in der Dynamik, - Lineare Systeme mit einem Freiheitsgrad, - Freie und erzwungene gedämpfte Schwingungen (harmon., period-, stoßartige Erregung). **Veranstaltung Dynamik II:** - Eigenwertanalyse bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - freie und erzwungene Schwingungen bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - starre Bewegungsmöglichkeiten, - Modalanalyse, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua und deren analytische Lösung, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua mit Finite-Elemente-Modellen, - Dehnstab, Biegestab, Torsionsstab.
14. Literatur:	• Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer, 2002 • Hamel, G.: Theoretische Mechanik. Berlin [u.a.] : Springer, 1978 • Hagedorn, P. , Otterbein, S.: Technische Schwingungslehre. Band 1. Berlin , Heidelberg : Springer, 1987 • Hagedorn, P.: Technische Schwingungslehre. Band 2, Berlin , Heidelberg : Springer, 1989 • Schiehlen, W. , Eberhard, P.: Technische Dynamik. 2. Aufl. Stuttgart [u.a.] : Teubner, 2004 • Skript • zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571601 Vorlesung Dynamik 1 • 571602 Vorlesung Dynamik 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dynamik I, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Dynamik II, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57161 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 80 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Mechanische Systeme
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, kleine Experimente
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 57170 Einführung in die Finite Elemente Methode

2. Modulkürzel:	069901110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I - III, Höhere Mathematik I - III
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten theoretischen Grundlagen zur Modellierung mechanischer Strukturen mit Finiten Elementen, • können die Gleichgewichtsbedingungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen, lösen und auswerten.
13. Inhalt:	- Grundlagen und Anwendungen von Finite-Elemente-Modellen, - Stab-, Balken- und Stab-Balken-Element, - Thermische Lasten und Vorspannung, - Elemente aus Mehrkörpersystemen, - Koordinatentransformationen bei Finiten Elementen, - Zusammenstellung von Gesamtmodellen, - Nachlaufrechnung.
14. Literatur:	Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer, 2002. Munz, C.-D., Westermann, T.: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen. 2. Aufl. Dordrecht [u.a.]: Springer, 2009. Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L.: The finite element method for solid and structural mechanics. 6. Aufl., Nachdruck. Amsterdam [u.a.]: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006. Skript. Zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571701 Vorlesung Einführung in die Finite-Elemente-Methode
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung mit Übungen

17. Prüfungsnummer/n und -name:	57171 Einführung in die Finite Elemente Methode (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1 Schriftliche Prüfung, 45 Min.
18. Grundlage für ... :	Alle folgenden Veranstaltungen zu Finiten Elementen.
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 69510 Einführung in die Charakterisierung und Anwendung poröser Medien in der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060700400	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Böhrk, Hannah; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden haben grundlegende Kenntnis von Mittelungsansätzen, Mischungsregeln und Herausforderungen der Multiskalenmodellierung. • Die Studierenden verstehen die klassischen Modelle für Strömungs- und Transportprozesse in porösen Medien, sie können zwischen Strömungsbereichen und Fördermechanismen in porösen Medien unterscheiden. • Die Studierenden haben Kenntnis unterschiedlicher poröser Materialtypen, sowie deren Herstellung und Anwendungsgebiete. • Die Studierenden kennen Messverfahren zur Charakterisierung poröser Werkstoffe.
13. Inhalt:	• Eigenschaften und Modellierung poröser Medien • Wärme und Stofftransport in porösen Medien • Anwendungsgebiete poröser Medien • Permeabilität, Verformungen und Anisotropie der Werkstoffe • Oberflächenphänomene
14. Literatur:	Foliensatz Vafai: Handbook of Porous Media, Third Edition
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 695101 Vorlesung Poröse Medien in der Luft- und Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69511 Poröse Medien in der Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 71780 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060400403	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik		
12. Lernziele:	Die Studierenden ... kennen die technische Bedeutung mechanischer Schwingungen in der Luft- und Raumfahrttechnik. ... können mathematische Modelle für die Schwingungen einfacher Mehrkörpersysteme bilden. ... kennen die wesentlichen Erscheinungen der Strukturdynamik (insbes. Resonanz, Tilgung, dyn. Instabilität). ... können die Eigenschwingungen mechanischer Systeme berechnen und können deren besondere Eigenschaften für die Behandlung von Schwingungsproblemen ausnutzen. ... kennen die möglichen Auswirkungen von Dämpfungs-, Kreisel- und zirkulatorischen Kräften, sowie von Nichtlinearitäten. ... haben einen Überblick über die räumlich kontinuierliche und diskretisierte Beschreibung mechanischer Strukturen.		

13. Inhalt:	Motiviert anhand praxisnaher Fragestellungen werden die grundlegenden Vorgehensweisen der Strukturdynamik behandelt. Die wichtigsten Schwingungserscheinungen werden für ausgewählte Fallbeispiele analytisch erarbeitet und auf allgemeinere Systeme übertragen. Zur Veranschaulichung dienen passende Kurzvideos und kleine Versuche. Matlab-Programme zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente zu festigen. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • Vorgehensweisen zum systematischen Aufstellen von Bewegungsgleichungen mechanischer Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden. • Linearisierung von Bewegungsgleichungen, statische und dynamische Stabilität. • Freie und erzwungene Schwingungen linearer mechanischer Systeme • Berechnung von Eigenmoden von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden sowie einfacher Kontinua, modale Vorgehensweise zur Berechnung von Schwingungen. • Überblick zu den Vorgehensweisen der Diskretisierung, der Modellordnungsreduktion und der dynamischen Substrukturtechnik. • Kurze Einführung in die nichtlineare Strukturdynamik.
14. Literatur:	Aufschriebe, Folien, Matlab-Beispiele weiterführende Literatur: R. Gasch, K. Knothe, R. Liebich: Strukturdynamik, 2012 K. Magnus, K. Popp, W. Sextro: Schwingungen, Springer, 2013 R.R. Craig, A.J. Kurdila: Fundamentals of Strucutral Dynamics, Wiley, 2006
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717801 Vorlesung Strukturdynamik • 717802 Übung Strukturdynamik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h) Übung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71781 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 71940 Additive Fertigungsverfahren

2. Modulkürzel:	060310107	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Joachim Greiner
9. Dozenten:	Joachim Greiner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage Modelle in der Sinter-Technologie zu bauen. Dabei lernen sie die Funktionsweise der Maschine kennen, sowie die Anforderungen an die CAD Datensätze und deren Bearbeitung. Es werden beim Erstellen der CAD-Daten Konstruktionsverfahren vermittelt, die speziell für die spätere Verwendung der Daten in einer Laser-Sinter-Maschine von Vorteil sind. Weiterhin wird auf die Bearbeitung von CAD Daten in unterschiedlichen Formaten genauer eingegangen.
13. Inhalt:	- Funktionsweise Laser-Sinter-Anlage - Verarbeitung der CAD Daten - Bedienung der Maschine - Verfahrensweisen der Produktion
14. Literatur:	Unterlagen im ILIAS Begleitbuch: Entwicklung und Erprobung innovativer Produkte-Rapid Prototyping B.Bertsche Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 719401 Vorlesung und Übung Additive Fertigungsverfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71941 Additve Fertigungsverfahren (BSL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 77780 Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials

2. Modulkürzel:	060310114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Ronny Sachse
9. Dozenten:	Ronny Sachse Milos Draskovic
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	
13. Inhalt:	
14. Literatur:	• Foliensatz/Skript zur Vorlesung • Schijve, Jaap: Fatigue of Structures and Materials; Second Edition; 2009 • http://lessonslearned.faa.gov • R. P. L. Nijssen, “Fatigue life prediction and strength degradation of wind turbine rotor blade composites”, 2006 • B. Harris, Fatigue in composites science and technology of the fatigue response of fibre-reinforced plastics. CRC Press#; Woodhead, 2003 • A. P. Vassilopoulos, Ed., Fatigue life prediction of composites and composite structures / edited by Anastasios P. Vassilopoulos. Boca Raton#: Oxford: CRC Press#; Woodhead Publishing, 2010. • Sendeckyj, G.P., 'Fitting Models to Composite Materials Fatigue Data', ASTM STP 734, American Society for Testing and Materials, 1981
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 777801 Vorlesung Ermüdung von FVW in Leichtflugzeugen und Rotorblättern
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90h (28h Präsenzzeit, 62h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	77781 Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 79150 Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen

2. Modulkürzel:	060600128	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien kennen. Sie kennen den konzeptionellen Zugang über die Theorie der porösen Medien. Die Studierenden können Mehrphasensysteme kontinuumsmechanisch behandeln thermodynamisch konsistente Materialgleichungen bei Mehrphasensystemen formulieren Randbedingungen bei Mehrphasensystemen formulieren das gekoppelte Gleichungssystems für die numerische Behandlung aufbereiten das Berechnungskonzepts anhand numerischer Beispielrechnungen verifizieren
13. Inhalt:	Die Theorie der porösen Medien wird als konzeptioneller Zugang für die Behandlung diskreter Mehrkomponentenmaterialien vorgestellt. Für die Entwicklung thermodynamisch konsistenter Materialgleichungen wird das konzeptionelle Vorgehen behandelt. Die Lösung des resultierenden Gleichungssystems erfolgt numerisch unter Verwendung der Methode der Finiten Elemente (FEM). Aufgrund des zumeist stark gekoppelten und nichtlinearen Charakters des zu lösenden Gleichungssystems werden spezielle Elementformulierungen vorgestellt. Motivation und Überblick Einführung in die Theorie poröser Medien (TPM)

	Entwicklung thermodynamisch konsistenter Materialgleichungen Kontinuumsmechanische Behandlung Bespiel: Flüssigkeitsgesättigter poröser Festkörper Diskussion der Randbedingungen Aufbereitung des gekoppelten Gleichungssystems für die numerische Behandlung Verifikation des Berechnungskonzepts anhand numerischer Beispielrechnungen
14. Literatur:	Vorlesungsskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 791501 Vorlesung und Übung Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	60h Präsenzzeit, 120h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	79151 Simulation von Mehrphasen- und Mehrskalen-Materialien mit Homogenisierungsansätzen Prüfung (PL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesung, Übungsaufgaben (PC), Overhead, Beamer
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 79160 Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode

2. Modulkürzel:	060600129	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen mit gekoppelten Mehrfeldproblemen umzugehen, sie zu verstehen, aufzustellen, umzusetzen und zu lösen. Dabei erlernen Sie thermodynamisch konsistente Materialgleichungen aufzustellen, ggf. Finite Elemente Formulierungen zu erweitern und geeignete Lösungsverfahren auszuwählen und anzuwenden. Dabei lernen Sie die möglichen Anwendungsfelder kennen.
13. Inhalt:	Die Behandlung dieser Aufgabenstellungen erfordert zum einen die Entwicklung von gekoppelten Materialgleichungen, welche den thermodynamischen Grundsätzen nicht widersprechen, zum anderen kann die Erweiterung des Gleichungssystems um eine zusätzliche Prozessvariable wie z. B. die Temperatur, das elektrische Feld oder eine chemische Zustandsvariable die numerischen Lösungseigenschaften im Rahmen der Finite Elemente Approximation negativ beeinflussen. Für eine stabile Lösung gekoppelter Probleme mit Hilfe der Finiten Elemente Methode müssen thermodynamisch konsistente Materialgleichungen formuliert werden, erweiterte Finite Elemente Formulierungen entwickelt und geeignete numerische Lösungsverfahren eingesetzt werden. Die Studierenden erlernen für gekoppelte Mehrfeldprobleme die möglichen Anwendungsfelder, die thermodynamische konsistente Beschreibung die geeignete Finite Elemente Formulierung und die geeigneten numerischen Approximationsverfahren Die Vorlesung wird durch eine Übung im Computer Pool ergänzt. Hierbei sollen zum einen eigenständig Finite Elemente für Mehrfeldprobleme programmiert werden, zum anderen werden kommerzielle Programme zur Lösung von Mehrfeldproblemen eingesetzt.

14. Literatur:	Vorlesungsskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 791601 Vorlesung und Übung Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	60h Präsenzzeit, 120h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	79161 Simulation gekoppelter Probleme mit der Finite Elemente Methode Prüfung (PL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesung, Übungsaufgaben (PC), Overhead, Beamer
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

215 Flugführung und Systemtechnik in der LRT

Zugeordnete Module:

36370 Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen
40840 Flugregelung
44060 Integrierte Modulare Avionik und Entwicklungsprozess
44080 Angewandte Luftfahrtsysteme
44090 Angewandte Luftfahrtsysteme I
44100 Angewandte Luftfahrtsysteme II
44140 Autoflight und Air Traffic Management
44360 Spezielle Methoden der Systemtechnik
44430 Flugmechanik und Flugregelung von Hubschraubern
44440 Flugmesstechnik
44450 Flugregelungssysteme
44590 Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse
44620 Komplexe Avioniksysteme I
44630 Komplexe Avioniksysteme II
44780 Lenkverfahren
44830 Mechanische Systeme
44880 Nichtlineare Optimierung
44950 Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik
44960 Optimierung und Optimalsteuerung
45050 Regelung von Gasturbinen
45090 Robuste Regelung
45120 Satellitennavigation
45140 Schätzverfahren
45150 Schätzverfahren und Flugmesstechnik
45180 Methoden der Sicherheitsanalyse
45230 Integrierte Modulare Avionik
51970 Moderne Methoden der Regelungstechnik
57000 Aerobotics Seminar
57010 Human Factors Engineering in Flight Deck Design
57160 Strukturdynamik
57180 Regelung und Systementwurf
57190 Inertialnavigation
57970 Flugregelungsentwurf
58000 Systementwurf II
60170 Komplexe Avioniksysteme
68350 Digitale Regelung und Filterung
68360 Nichtlineare Regelung
71780 Strukturdynamik

Modul: 36370 Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen

2. Modulkürzel:	060900121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Matthias Lehmann
9. Dozenten:	Matthias Lehmann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Softwarewerkzeuge und Softwaretechnik
12. Lernziele:	Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse im Entwicklungsprozess Software-dominanter Luftfahrtsysteme und können solche Prozesse definieren und bewerten.
13. Inhalt:	• Entwicklungsstandards am Beispiel der DO178 und der ARP 4754 • Lesen und interpretieren der Standards am Beispiel der DO178 • Grundlagen verschiedener Entwicklungsprocessen • Grundlagen des Requirements Based Engineering • Anwendung der Grundlagen an einem Beispiel mit gängigen Tools
14. Literatur:	Lehmann, M.: Prozesse, Methoden, Techniken. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 363701 Vorlesung Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h: (Präsenszeit: 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36371 Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Lehmann, M.: Prozesse, Methoden, Techniken. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013
19. Medienform:	Beamer, Tafelanschriebe
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 40840 Flugregelung

2. Modulkürzel:	060200009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Werner Grimm Ulrich Butter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Flugmechanik, Modul 060200003
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die geforderten Eigenschaften eines geregelten Flugzeugs. Die Studierenden kennen die Regelziele und die Umsetzungsvarianten stabilitätserhöhender Rückführungen. Die Studierenden kennen die Regelziele und die Umsetzungsvarianten der wichtigsten Autopiloten.
13. Inhalt:	Flugeigenschaftskriterien für die Längs- und Seitenbewegung stabilitätserhöhende Rückführungen in der Längs- und Seitenbewegung Autopiloten der Längs- und Seitenbewegung (Höhen- und Geschwindigkeitshaltung, Azimutregler, automatische Landung usw.)
14. Literatur:	U. Butter, Flugregelung, Skript R. Brockhaus, Flugregelung, Springer B.L. Stevens und F.L. Lewis, Aircraft Control and Simulation, Wiley
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 408401 Vorlesung Flugregelung • 408402 Übung Flugregelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugregelung, Vorlesung: 21 h Präsenzzeit, 39 Stunden Selbststudium Flugregelung, Übung: 10 h Präsenzzeit, 20 Stunden Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40841 Flugregelung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Zuhilfenahme von Projektor und Beamer, elektronische Unterlagen im Netz
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44060 Integrierte Modulare Avionik und Entwicklungsprozess

2. Modulkürzel:	060900111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Matthias Lehmann
9. Dozenten:	Matthias Lehmann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Integrierte Modulare Avionik (IMA): Studierende haben vertiefte Kenntnisse in der IMA-Technologie. Sie können Luftfahrtsysteme auf Basis von IMA auslegen und realisieren. Entwicklungsprozess: Studierenden haben detaillierte Kenntnis vom Entwicklungsprozess software-dominanter Luftfahrtsysteme. Sie können solche Prozesse definieren und bewerten.
13. Inhalt:	Integrierte Modulare Avionik: • Grundlagen der IMA Technologien • IMA Plattformkonzepte • IMA und Luftfahrtsysteme • ARINC 653 - API, Operating-System, • Entwicklung und Realisierung einer Anwendung mit dem ARINC 653 API • Signalverarbeitung und Buskommunikation mit AFDX • Auslegen und Verifikation einer Systemfunktion Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen • Entwicklungsstandards am Beispiel der Do178 und der ARP 4754 • Lesen und interpretieren der Standards am Beispiel der DO178 • Grundlagen verschiedener Entwicklungsprocessen • Grundlagen des Requirements Based Engineering • Anwendung der Grundlagen an einem Beispiel mit gängigen Tools
14. Literatur:	• Entwicklungsprozess: Skript • Integrierte Modulare Avionik: Skript • Civil Avionics Systems (AIAA Education Series)von I. Moir, Sirona G. Knight, Ian Moir
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440601 Praktikum Integrierte Modulare Avionik • 440602 Vorlesung Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Integrierte Modulare Avionik, Praktikum: 90h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 48 h) Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen, Vorlesung: 90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium62h) Gesamt: 180h (70h Präsenzzeit, 110h Selbststudium)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	44061 Integrierte Modulare Avionik und Entwicklungsprozess (Prüfung) (PL), Sonstige, Gewichtung: 1 (Integrierte Modulare Avionik, mündliche Prüfung, 30 min., Gewichtung: 0.5, Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen, schriftliche Prüfung, 60 min., Gewichtung 0.5)
18. Grundlage für ... :	Entwicklungsprozess: SkriptIntegrierte Modulare Avionik: SkriptCivil Avionics Systems (AIAA Education Series)von I. Moir, Sirona G. Knight, Ian Moir
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Übungsaufgabenblätter und Anschriebe
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44080 Angewandte Luftfahrtsysteme

2. Modulkürzel:	060900112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen Anforderungen, Funktion, Aufbau realer Luftfahrtsysteme von Verkehrsflugzeugen (AT), Militärflugzeugen (MIL), Hubschrauber (HC).
13. Inhalt:	• Primäres Flugsteuerungssystem (AT) • Hochauftriebssystem (AT) • Autopilot und Flight Director (AT) • Flugmanagementsystem (AT) • Integrierte Navigation (AT) • Informations-/Kommunikationssysteme (AT) • Auswahl von Utility Systemen (AT) • Exemplarische Kabinensysteme (AT) • Flugsteuerungssysteme (MIL) • Flugsteuerungssysteme (HC)
14. Literatur:	• Reichel, R.: Angewandte Luftfahrtsysteme I/II. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013. • Moir, Ian. Civil Avionics Systems. Professional Engineering Publishing Limited. London 2003. • Moir, Ian. Aircraft systems - Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. Professional Engineering Publishing Limited. 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440801 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme I • 440802 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Angewandte Luftfahrtsysteme I: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Angewandte Luftfahrtsysteme II: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180h (Präsenzzeit: 56h, Selbststudium: 124h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44081 Angewandte Luftfahrtsysteme (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 Schriftlich, 120 Minuten
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Folien
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44090 Angewandte Luftfahrtsysteme I

2. Modulkürzel:	060900117	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen Anforderungen, Funktion, Aufbau realer Flugsteuerungssysteme für Verkehrsflugzeuge (Airbus, Boeing), Militärflugzeuge und Hubschrauber.
13. Inhalt:	• Übersicht Safety-Anforderungen • Klassischer Redundanzstrukturen für Avionikrechner • Einführung Aktuatoren, Sensoren • Primärsteuerungssystem Airbus • Primärsteuerungssystem Boeing • Steuerungssystem Eurofighter • Steuerungssystem Hubschrauber NH90
14. Literatur:	• Reichel, R.: Angewandte Luftfahrtsysteme I. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013. • Moir, Ian. Civil Avionics Systems. Professional Engineering Publishing Limited. London 2003. • Moir, Ian. Aircraft systems - Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. Professional Engineering Publishing Limited. 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440901 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44091 Angewandte Luftfahrtsysteme I (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Schriftlich, 60 Minuten
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Präsentationsfolien
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44100 Angewandte Luftfahrtsysteme II

2. Modulkürzel:	060900118	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen Anforderungen, Funktion, Aufbau realer Luftfahrtsysteme in den Domänen Hochauftrieb, Autoflight, Navigation, Utility, Kabine, Information/Kommunikation von Verkehrsflugzeugen.
13. Inhalt:	• Hochauftriebssytem • Autoflight-System • Integrierte Navigation • Auswahl an Utility Systemen • Informations/Kommunikations-Systeme • Kabinensysteme
14. Literatur:	• Reichel, R.: Angewandte Luftfahrtsysteme II. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme,Universität Stuttgart, 2013. • Moir, Ian. Civil Avionics Systems. Professional Engineering Publishing Limited. London 2003. • Moir, Ian. Aircraft systems - Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. Professional Engineering Publishing Limited. 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441001 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44101 Angewandte Luftfahrtsysteme II (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Schriftlich, 60 Minuten.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Präsentationsfolien
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44140 Autoflight und Air Traffic Management

2. Modulkürzel:	060900115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Marco Dupper
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Studierende kennen • Funktion und Aufbau eines realen Autoflight- und Displaysystems eines modernen Verkehrsflugzeugs, • Grundlagen zu Air Traffic Management, • Grundlagen zur Flugplanung.
13. Inhalt:	Allgemeine Grundlagen zu • Air Traffic Management, • Systemen wie Autopilot, Flight Director, Flight Management, Navigation, • Situations Awareness neuer Displaykonzepte, • Flugplanung, Take-Off-Performance. Praktische Einführung/Grundlagen zum Airbus-Autoflight-Simulator mit Sichtsystem am ILS. Durchführen von Übungen am Simulator.
14. Literatur:	Präsentationsfolien Airbus Industries: "Flight Crew Operating Manual - FCOM - A320
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441401 Seminar Autoflight und Air Traffic Management • 441402 Freie Übungen am Simulator
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h, (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44141 Autoflight und Air Traffic Management (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündlich, 20 Minuten
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Skript zur Vorlesung, Präsentationsfolien Airbus Industries: "Flight Crew Operating Manual - FCOM - A320
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44360 Spezielle Methoden der Systemtechnik

2. Modulkürzel:	060900123	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Björn Annighöfer
9. Dozenten:	Björn Annighöfer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Kenntnisse in C-Programmierung
12. Lernziele:	METHODEN DER SICHERHEITSANALYSE Der Teilnehmer kann formale Sicherheitsnachweise einfacher Systeme durchführen. METHODEN DER SYSTEMMODELLIERUNG UND SYSTEMANALYSE Der Teilnehmer kann Systementwürfe mittels formaler Methoden verbessern
13. Inhalt:	METHODEN DER SICHERHEITSANALYSE (Deutsch) Methoden und Werkzeuge des formalen Sicherheitsnachweises. - Einführung - Wahrscheinlichkeitsrechnung - Ausfallmodellierung -- Komponentenausfall ohne Reparatur -- Komponentenausfall mit Reparatur -- Doppelfehler - Methoden der Sicherheitsanalyse -- Dependency Diagramme -- Markov-Analyse -- Fehlerbaum-Analyse -- Fehler-Mode und Effektanalyse - Angewandte Sicherheitsanalyse METHODEN DER SYSTEMMODELLIERUNG UND SYSTEMANALYSE (Englisch) 1. Object-orientierung 2. Unified Modelling Language (UML) 3. Design Patterns 4. SYSML 5. Zustandsautomaten 6. Metamodellierung 7. Metamodellierung in der Praxis 8. Aussagenlogik und diskrete Mathematik 9. Graphentheorie 10. Modelltransformationen 11. Kombinatorische Optimierung 12. Systemarchitekturoptimierung 13. Avionikarchitekturoptimierung

14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443601 Seminar Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse • 443602 Vorlesung Methoden der Sicherheitsanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44361 Spezielle Methoden der Systemtechnik (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung (Bei hoher Teilnehmeranzahl abweichend schriftlich)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Anschriebe und Demonstrationen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44430 Flugmechanik und Flugregelung von Hubschraubern

2. Modulkürzel:	060200114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Ulrich Butter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden verstehen die Wirkungsmechanismen des Rotors und kennen die Besonderheiten der Rotordynamik. • Die Studierenden sind in der Lage, nichtlineare und lineare dynamische Modelle der Hubschrauberbewegung zu erstellen. • Die Studierenden haben einen Überblick über die Ziele, die Besonderheiten, die Struktur und die gängigsten Elemente der Hubschrauber-Regelung.
13. Inhalt:	• Modellierung des Schubes mit Strahltheorie und Blattelententheorie • Eigenschaften und physikalischer Hintergrund der Rotordynamik • Aufstellung der nichtlinearen Bewegungsgleichungen, Trimmzustand, Linearisierung und Charakterisierung typischer Eigenbewegungen • Flugeigenschaftskriterien für den Reglerentwurf • stabilitätserhöhende Rückführungen und Autopiloten
14. Literatur:	U. Butter, Hubschrauber-Flugmechanik und -Flugregelung, Skript W. Bittner, Flugmechanik der Hubschrauber, Springer R.W. Prouty, Helicopter Aerodynamics, PJS Publications
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444301 Vorlesung Flugmechanik und Flugregelung von Hubschraubern
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44431 Flugmechanik und Flugregelung von Hubschraubern (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44440 Flugmesstechnik

2. Modulkürzel:	060900116	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Marco Dupper
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage, einen Flugversuch für ein Flugzeug der Allgemeinen Luftfahrt (General Aviation) zu planen, durchzuführen und auszuwerten. • Die Studierende können ihre umfassenden Messergebnisse in einem schriftlichen Bericht und in einem Vortrag übersichtlich und aussagekräftig darstellen.
13. Inhalt:	• Grundlagen: Hintergründe zu den Messflügen, Erfassung von Messgrößen, Instrumentierung eines Flugzeuges, Flugleistungen. • Einführung in das Experimentalflugzeug: Systeme, Flugleistung, Instrumentierung mit zentraler Datenerfassungsplattform. • Vorbereiten und Durchführen eines Messfluges: Erstellen eines individuellen Messprogramms, Ausarbeitung der zugehörigen FlightCards, Durchführung der Flugmesskampagne mit Piloten, Messdatenauswertung und Erstellen eines Ergebnisberichtes.
14. Literatur:	• European Aviation Safety Agency: "Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes CS-23 • Edward A. Haering, Jr.: Airdata Measurement and Calibration
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444401 Seminar Flugmesstechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44441 Flugmesstechnik (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 (schriftliche Ausarbeitung (lehrveranstaltungsbegleitend), Präsentation und mündliche Prüfung, 20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Skript zur Vorlesung, Testflugzeug
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44450 Flugregelungssysteme

2. Modulkürzel:	060900110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Walter Fichter Werner Grimm Florian Kraus
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	54180 Regelung und Systementwurf
12. Lernziele:	Flugregelung: • Die Studierenden kennen die geforderten Eigenschaften eines geregelten Flugzeugs. • Die Studierenden kennen die Regelziele und verschiedene Varianten stabilitätserhöhender Rückführungen. • Die Studierenden kennen die Regelziele und die Struktur der wichtigsten Autopiloten. Systementwurf II: • Vertiefung der Kenntnisse im Bereich Systementwurf durch den Entwurf und Aufbau eines Fly-by-Wire-Systems im Labor basierend auf der Vorlesung Systementwurf I.
13. Inhalt:	Flugregelungsentwurf: • Flugeigenschaftskriterien für die Längs- und Seitenbewegung • stabilitätserhöhende Rückführungen in der Längs- und Seitenbewegung • Autopiloten der Längs- und Seitenbewegung (Höhen- und Geschwindigkeitshaltung, Azimutregler, automatische Landung usw.) Systementwurf: Auslegung, Umsetzung und Verifikation eines redundanten Systems zur Steuerung von Flugzeugen: • Analyse anwendungsorientierter Systemvorgaben • Auslegung der Management-Funktionen zum Betrieb eines redundanten Avioniksystems/Rechnersystems • Auslegung der Management-Funktionen zum Betrieb redundanter Sensorik und Aktuatorik • Umsetzung zentraler Funktionen in Software • Integration der Software in einen Systemdemonstrator • Systemverifikation anhand spezifischer Testfälle Die Bearbeitung erfolgt selbständig und gruppenweise unter der Anleitung von Betreuern.

14. Literatur:	U. Butter, Flugregelung, Skript R. Brockhaus, Flugregelung, Springer B.L. Stevens und F.L. Lewis, Aircraft Control and Simulation, Wiley
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444501 Vorlesung Flugregelung • 444502 Praktikum Systementwurf II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugregelungsentwurf, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Systementwurf Praktikum: 90 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 48 h) Gesamt: 180h (70h Präsenzzeit, 110h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44451 Flugregelungssysteme (PL), Mündlich, Gewichtung: 1 Flugregelung: 20 min, 0.5 Gewichtung Systementwurf II: 20min, 0.5 Gewichtung
18. Grundlage für ... :	Komplexe Avioniksysteme I/II(Angewandte Luftfahrtsysteme I/II)
19. Medienform:	Flugregelung: Script, Folien Systementwurf II: Foliensatz, Unterlagen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44590 Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse

2. Modulkürzel:	060900114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Björn Annighöfer
9. Dozenten:	Björn Annighöfer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Kenntnisse in C-Programmierung
12. Lernziele:	Der Teilnehmer kann Systementwürfe mittels formaler Methoden verbessern
13. Inhalt:	1. Object-orientierung 2. Unified Modelling Language (UML) 3. Design Patterns 4. SYSML 5. Zustandsautomaten 6. Metamodellierung 7. Metamodellierung in der Praxis 8. Aussagenlogik und diskrete Mathematik 9. Graphentheorie 10. Modelltransformationen 11. Kombinatorische Optimierung 12. Systemarchitekturoptimierung 13. Avionikarchitekturoptimierung
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445901 Seminar Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44591 Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung (Bei hoher Teilnehmeranzahl abweichend schriftlich)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Anschriebe und Demonstrationen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44620 Komplexe Avioniksysteme I

2. Modulkürzel:	060900119	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Systementwurf I/II
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die Grundlagen verteilter, integrierter fehlertoleranter Avioniksysteme kennen und können derartige Systeme entwerfen.
13. Inhalt:	• Grundlagen multifunktionaler (integrierter), fehlertoleranter, verteilter Avioniksysteme: • Herleitung verteilter Systemarchitekturen. • Herleitung einer Software-Architektur. • Exemplarische Systemauslegung für ein Fly-by-Wire System für das Institutsflugzeug Diamond DA40.
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung angegeben.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446201 Vorlesung Komplexe Avioniksysteme I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44621 Komplexe Avioniksysteme I (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündlich, 20 Minuten.
18. Grundlage für ... :	Komplexe Avioniksysteme II (Praktikum)
19. Medienform:	Folien
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44630 Komplexe Avioniksysteme II

2. Modulkürzel:	060900120	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Matthias Lehmann
9. Dozenten:	Matthias Lehmann Mohamed Elmahdi
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060900119 Komplexe Avioniksysteme I
12. Lernziele:	Die Studierenden vertiefen die Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung "Komplexe Avioniksysteme I" in Form eines Praktikums.
13. Inhalt:	Zur Vertiefung der Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung "Komplexe Avioniksysteme I" bauen die Studierenden im Labor einen Labordemonstrator auf. • Auslegung eines vereinfachten Fly-by-Wire Systems auf Basis einer verteilten Avionikstruktur. • Einarbeitung in ein teilautomatisiertes System-/Software-Entwicklungsverfahren. • Systemrealisierung mittels des o.a. System-/Software-Entwicklungsverfahrens. • System-Verifizierung/Validierung.
14. Literatur:	• Reichel, R.: Komplexe Avioniksysteme I, Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013. • Praktikumsunterlagen zu Komplexe Avioniksysteme II, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446301 Praktikum Komplexe Avioniksysteme II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44631 Komplexe Avioniksysteme II (BSL), Sonstige, 20 Min., Gewichtung: 1 (Präsentation)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44780 Lenkverfahren

2. Modulkürzel:	060200113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm Thomas Kuhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die wichtigsten Grundbegriffe und Definitionen der Lenkung. • Die Studierenden kennen die Schnittstellen der Lenkung mit den übrigen Komponenten des Flugkörpersystems, insbesondere mit der Regelung und Navigation. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Verfahren zur Messung und Schätzung der Zielbewegung. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Verfahren der autonomen und der kommandierten Lenkung. • Die Studierenden kennen die regelungstechnischen Varianten zur Umsetzung des Lenkkommandos. • Die Studierenden sind in der Lage, die Lenkverfahren in einfacher Form zu simulieren.
13. Inhalt:	• Klassifizierung von Szenarien und Lenkwaffentypen • Flugkörperlenkung (Proportionalnavigation, Zieldeckungslenkung u.a.) • Einbettung der Lenkung in das System Flugkörper • Methoden zur Messung und Schätzung der Zielbewegung • regelungstechnische Umsetzung des Lenkkommandos • einfache Simulationsmodelle
14. Literatur:	• W. Grimm, T. Kuhn: Lenkverfahren, Skript • G.M. Siouris: Missile Guidance and Control Systems, Springer • J.H. Blakelock: Automatic Control of Aircraft and Missiles, Wiley • R.H. Battin: Astronautical Guidance, McGraw-Hill • Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447801 Vorlesung Lenkverfahren • 447802 Übung Lenkverfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Lenkverfahren, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h)

	Lenkverfahren, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44781 Lenkverfahren (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Kombination von Beamer und Tafelanschrieb elektronische Unterlagen im Netz (Skript, Vortragsübungen etc.) Rechnerübungen mit Simulink-Modellen
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44830 Mechanische Systeme

2. Modulkürzel:	069901103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strukturdynamik (9 LP) oder Strukturdynamik (6 LP) und Einf. in die Finite Elemente Methode
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten Kriterien zur Klassifizierung, zur Analyse und zur Stabilität mechanischer Systeme, • kennen die wichtigsten rheologischen Systemansätze zu Beschreibung von Materialdämpfung und Hysterese, • können lineare mechanische Systeme mit beliebiger Dämpfungsmatrix analysieren, • können passive Schwingungstilgersysteme analysieren und auslegen, • kennen die Grundlagen für semiaktive und aktive Tilger, • kennen den theoretischen Hintergrund der wichtigsten experimentellen Verfahren zur Strukturanalyse und -identifikation, • erhalten einen ersten Einblick in Kreiselprobleme, Flatterprobleme und die Theorie der Störungsrechnung, • können einfache Verfahren zur Modellreduktion anwenden.
13. Inhalt:	• Dämpfungsphänomene, -klassifizierung und -modellierung, • Zusätzliche Zustandsgrößen • Zusammenfassung und Ausbau der Theorie zur Dämpfung linearer Systeme • Schwingungstilgung • Systemidentifikation und experimentelle Modalanalyse • Gyroskopische und zirkulatorische Kräfte • Klassifizierung, Analyse und Stabilität mechanischer Systeme • Modellreduktion
14. Literatur:	• Argyris, J. , Faust, G. , Haase, M.: Die Erforschung des Chaos. Braunschweig Wiesbaden : Vieweg, 1994

	• Fliege, N.: Systemtheorie. Stuttgart : Teubner, 1991 • Elspass, W.J., Flemming, M.: Aktive Funktionsbauweisen : eine Einführung in die Struktronik. Berlin , Heidelberg : Springer, 1998 • Ewins, D.J.: Modal testing : theory, practice and application. 2. Aufl. Baldock , Hertfordshire : Research Studies Press, 2000 • Gasch, R. , Nordmann, R. , Pfützner, H.: Rotordynamik. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer, 2002 • Hamel, G.: Theoretische Mechanik. Berlin [u.a.] : Springer, 1978 • Isermann, R.: Identifikation dynamischer Systeme. Band 1 und 2. 2. Aufl. Berlin , Heidelberg : Springer, 1992 • Natke, H.G.: Einführung in Theorie und Praxis der Zeitreihen- und Modalanalyse. 3. Aufl. Braunschweig , Wiesbaden : Vieweg, 1992 • Schwertassek, R. , Wallrapp, O.: Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme.Braunschweig , Wiesbaden : Vieweg, 1999 • Skript • zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448301 Vorlesung Mechanische Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung mit Übungen
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44831 Mechanische Systeme (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, kleine Experimente
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 44880 Nichtlineare Optimierung

2. Modulkürzel:	060200111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage, praktische Optimierungsprobleme in die Standardform eines nichtlinearen Parameteroptimierungsproblems zu überführen und die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Lösung aufzustellen. • Die Studierenden haben einen Überblick über gradientenbasierte numerische Lösungsverfahren für nichtlineare Parameteroptimierungsprobleme. Zu jedem Verfahren sind die zugrunde liegende Entwurfsidee und die praktischen Vor- und Nachteile bekannt.
13. Inhalt:	• das nichtlineare Parameteroptimierungsproblem: Aufgabenstellung und Beispiele • notwendige und hinreichende Bedingungen für ein lokales Minimum • gradientenbasierte numerische Verfahren für unbeschränkte Probleme (Gradientenverfahren, Newton- und Quasi-Newton-Verfahren usw.) • gradientenbasierte numerische Verfahren für beschränkte Probleme (SQP-Verfahren usw.)
14. Literatur:	• W. Grimm, K.H. Well: Nichtlineare Optimierung, Skript • J.S. Arora, Introduction to Optimum Design, McGraw-Hill • R. Fletcher, Practical Methods of Optimization, Wiley • P.E. Gill, Numerical Methods for Constrained Optimization, Academic Press • G.L. Nemhauser et al. (eds.), Optimization, Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol. 1, North Holland • Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448802 Übung Nichtlineare Optimierung • 448801 Vorlesung Nichtlineare Optimierung

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Nichtlineare Optimierung, Vorlesung: 58 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 30 h) Nichtlineare Optimierung , Übung: 32 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 18 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 48 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44881 Nichtlineare Optimierung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftliche Prüfung mit allen Hilfsmitteln, 60 Min.
18. Grundlage für ... :	Optimalsteuerung in der LRT, Modul 060200112
19. Medienform:	Zuhilfenahme von Projektor und Beamer Matlab-Beispiele analytische Übungsaufgaben elektronische Unterlagen im Netz, insbesondere alte Prüfungen
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44950 Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik

2. Modulkürzel:	060200112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Nichtlineare Optimierung, Modulkürzel 060200111
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind mit der mathematischen Problemstellung (Optimalsteuerungsproblem) vertraut und kennen typische Beispiele aus der Luft- und Raumfahrt. • Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems aufzustellen und daraus ein Randwertproblem abzuleiten. • Die Studierenden kennen die Arbeitsweise und Eigenschaften so genannter direkter Verfahren zur Lösung von Optimalsteuerungsproblemen.
13. Inhalt:	• Optimalsteuerungsproblem: allgemeine Aufgabenstellung in verschiedenen Ausbaustufen, spezielle Aufgabenstellungen in der Luft- und Raumfahrt • notwendige Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems, akademische und praktische Anwendungsbeispiele, auf den notwendigen Bedingungen aufbauende numerische Lösungsverfahren (indirektes Mehrzielverfahren) • direkte Methoden zur Lösung eines Optimalsteuerungsproblems (direktes Mehrzielverfahren, direkte Kollokation) • Rechnerübungen zum Kennenlernen professioneller Bahnoptimierungsprogramme
14. Literatur:	• W. Grimm: Bahnoptimierung für Luft- und Raumfahrzeuge, Skript • A.E. Bryson, Y.-Ch. Ho: Applied Optimal Control, Hemisphere Publishing • B.A. Conway (ed.): Spacecraft Trajectory Optimization, Cambridge U. Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449501 Vorlesung Optimalsteuerung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Optimalsteuerung in der LRT, Vorlesung 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44951 Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Zuhilfenahme von Projektor und Beamer • elektronische Unterlagen im Netz • Rechnerübungen
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44960 Optimierung und Optimalsteuerung

2. Modulkürzel:	060200120	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage, praktische Optimierungsprobleme in die Standardform eines nichtlinearen Parameteroptimierungsproblems zu überführen und die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Lösung aufzustellen. • Die Studierenden haben einen Überblick über die numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Parameteroptimierungsprobleme. Das betrifft insbesondere die einem Verfahren zugrunde liegendeEntwurfsidee und die praktischen Vor- und Nachteile. • Die Studierenden sind mit der Aufgabenstellung der optimalen Steuerung vertraut und kennen typische Beispiele aus der Luft- und Raumfahrt. • Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems aufzustellen und daraus ein Randwertproblem abzuleiten. • Die Studierenden kennen die Arbeitsweise und Eigenschaften so genannter direkter Verfahren zur Lösung von Optimalsteuerungsproblemen.
13. Inhalt:	• das nichtlineare Parameteroptimierungsproblem: Aufgabenstellung und Beispiele • notwendige und hinreichende Bedingungen für ein lokales Minimum • numerische Verfahren für unbeschränkte Probleme (Gradientenverfahren, Newton- und Quasi-Newton-Verfahren usw.) • numerische Verfahren für beschränkte Probleme (SQP-Verfahren usw.)

	• Optimalsteuerungsproblem: allgemeine Aufgabenstellung in verschiedenen Ausbaustufen, spezielle Aufgabenstellungen in der Luft- und Raumfahrt • notwendige Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems, akademische und praktische Anwendungsbeispiele, auf den notwendigen Bedingungen aufbauende numerische Lösungsverfahren (indirektes Mehrzielverfahren) • direkte Methoden zur Lösung eines Optimalsteuerungsproblems (direktes Mehrzielverfahren, direkte Kollokation) • Rechnerübungen zum Kennenlernen professioneller Bahnoptimierungsprogramme
14. Literatur:	• W. Grimm, K.H. Well: Nichtlineare Optimierung, Skript • W. Grimm: Bahnoptimierung für Luft- und Raumfahrzeuge, Skript • J.S. Arora, Introduction to Optimum Design, McGraw-Hill • R. Fletcher, Practical Methods of Optimization, Wiley • P.E. Gill, Numerical Methods for Constrained Optimization, Academic Press • G.L. Nemhauser et al. (eds.), Optimization, Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol. 1, North Holland • A.E. Bryson, Y.-Ch. Ho: Applied Optimal Control, Hemisphere Publishing • B.A. Conway (ed.): Spacecraft Trajectory Optimization, Cambridge U. Press • Vortragsübungen zu Nichtlinearer Optimierung im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449601 Vorlesung Nichtlineare Optimierung • 449602 Übung Nichtlineare Optimierung • 449603 Vorlesung Optimalsteuerung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Nichtlineare Optimierung, Vorlesung: 48 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 40 h) Nichtlineare Optimierung, Übung: 44 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 30 h) Optimalsteuerung, Vorlesung: 68 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 40 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 110 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44961 Optimierung und Optimalsteuerung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Zuhilfenahme von Projektor und Beamer • elektronische Unterlagen im Netz (Skripten, Übungen usw.) • analytische Übungsaufgaben • Rechnerübungen zur Optimalsteuerung • Matlab-Beispiele zur nichtlinearen Optimierung
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45050 Regelung von Gasturbinen

2. Modulkürzel:	060400115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Dr. Annette Nielsen
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden verstehen die notwendigen Grundlagen für die Regelung von Gasturbinen • Die Studierenden verstehen die Anforderungen an die Regelung von Gasturbinen. • Die Studierenden verstehen die speziellen Anforderungen an Fluggasturbinen • Die Studierenden kennen und verstehen das Regelungssystem fliegender Gasturbinen. • Die Studierenden verstehen den Einfluss des Betriebsverhaltens auf die Regelung. • Die Studierenden verstehen die Schnittstelle zur Avionik.
13. Inhalt:	Kurze Wiederholung Grundlagen Regelungstechnik Anforderungen an die Regelung von Behörden und Betreibern Aufgaben der Regelung Wichtigste Regelkreise Verwendete Messtechnik Schnittstelle zur Avionik
14. Literatur:	Kulikov G., Thompson H.: Dynamic Modelling of Gas Turbines Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450501 Vorlesung Regelung von Gasturbinen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45051 Regelung von Gasturbinen (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45090 Robuste Regelung

2. Modulkürzel:	060200115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Regelung und Systementwurf, Modul 060200110
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage, anhand des Frequenzgangs die Eigenschaften eines Regelkreises zu beurteilen. • Die Studierenden sind in der Lage, die Unsicherheiten des Streckenmodells systematisch zu beschreiben. • Die Studierenden sind in der Lage, Regelkreise auf robuste Stabilität und robuste Regelqualität hin zu prüfen und robuste Regler zu entwerfen.
13. Inhalt:	• Störeinflüsse und Übertragungsfunktionen im Regelkreis, Beurteilung eines Regelkreises anhand des Frequenzgangs • Analyse linearer Mehrgrößensysteme mithilfe von Singulärwertdiagrammen • Beschreibung strukturierter und unstrukturierter Modellunsicherheiten, Kriterien für robuste Stabilität und robuste Regelqualität • H-Unendlich-Regelung • mue-Analyse
14. Literatur:	• W. Grimm: Regelungstechnik 3, Skript • K. Müller: Entwurf robuster Regelungen, Teubner • J. Raisch: Mehrgrößenregelung im Frequenzbereich, Oldenbourg • Skogestad, S. und I. Postlethwaite: Multivariable Feedback Control, Analysis and Design, Wiley • Vortragsfolien und Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450902 Übung Robuste Regelung • 450901 Vorlesung Robuste Regelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Robuste Regelung, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Robuste Regelung, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h)

	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45091 Robuste Regelung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Zuhilfenahme von Projektor und Beamer • Matlab-Beispiele • elektronische Unterlagen im Netz • Vortragsübungen
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45120 Satellitennavigation

2. Modulkürzel:	062100001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alfred Kleusberg
9. Dozenten:	Doris Becker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden der Satellitennavigation. Sie können Fehlerquellen bei der Satellitennavigation benennen, deren Größenordnung abschätzen und wissen, mit welchen Methoden sie verringert oder eliminiert werden können.
13. Inhalt:	Funktionsprinzip des Satellitennavigationssystems GPS umfasst: zugehörige Bezugssysteme (WGS84, ITRFxx), Zeitsysteme, Satellitenbahnen - Erweiterung der ungestörten Keplerbewegung auf gestörte Keplerbewegung (oscullierende Keplerelemente, Störeinflüsse (Art und Größe)), Berechnung der Satellitenposition, Darstellung und Übertragung der Orbitparameter (Broadcast-Ephemeriden, Almanach), Präzise Ephemeriden, Konstellation, Signalaufbau: Träger, Codes, Message, zur Wahl der Wellenlänge des Trägers, Modulation, Generierung und Eigenschaften von PRN-Codes, Korrelationsverhalten der Codes, Ausbreitung der GPS-Signale (Maxwells Gleichungen, Refraktivität, dispersive Medien, Gruppengeschwindigkeit,...), Beschreibung der ionosphär. und troposphär. Refraktion (Appleton-Harttree-Formel, Smith- und Weintraub-Formel), Korrekturmodelle für Refraktion (TECValues, Klobuchar Modell, Hopfield-Modell), Modellierung weiterer Fehlereinflüsse auf die Messung (Uhrenfehler, Bahnfehler), Aufgaben des Empfängers, Signalidentifizierung, Prinzip der Laufzeitmessung, Unterscheidung von Signalen, Empfängerdesign, Modellbildung für Pseudostrecken, Positionierung mit Auswertung der Codeinformation, NMEA: Standard-Format für die Navigation, Differentielle Techniken (SAPOS, GBAS, SBAS), Analyse von Korrekturdaten (Arten, Übertragung, Formate: RTCM, RTCA)

14. Literatur:	Online-Skript, IS-GPS-200D
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451201 Vorlesung Satellitennavigation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenszeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45121 Satellitennavigation (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PPT-Präsentation
20. Angeboten von:	Navigation

Modul: 45140 Schätzverfahren

2. Modulkürzel:	060200117	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen Überblick, welche praxisrelevanten Problemstellungen auf Schätzaufgaben führen. Die Studierenden beherrschen die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Die Studierenden beherrschen die Grundbegriffe der stochastischen Prozesse. Die Studierenden kennen die Eigenschaften von Systemen mit Eingängen in Form stochastischer Prozesse. Die Studierenden kennen die wichtigsten linearen Parameterschätzverfahren und deren statistische Eigenschaften. Die Studierenden sind in der Lage, Schätzaufgaben mithilfe von Matlab zu lösen. Die Studierenden kennen die fachlichen Querverbindungen zu linearen Filterverfahren und numerischer Parameteroptimierung.
13. Inhalt:	praktische Anwendungsbeispiele für Schätzaufgaben Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik Grundbegriffe der stochastischen Prozesse und ihr Zusammenspiel mit linearen Systemen lineare Parameterschätzverfahren (Verfahren der kleinsten Quadrate und der minimalen Varianz, Maximum Likelihood Methode) Umsetzung von Schätzverfahren mit Matlab
14. Literatur:	• Fichter, W., King, F.: Schätzverfahren. Skript zum gleichnamigen Seminar, Institut für Flugmechanik und Flugregelung, Universität Stuttgart, 2010. • Mendel, J.M.: Lessons in Estimation Theory for Signal Processing, Communications and Control. Prentice Hall, 1995. • Crassidis, J.L., Junkins, J.L.: Optimal Estimation and Dynamic Systems. Chapman und Hall / CRC, 2004. • Unbehauen, H.: Regelungstechnik 3, Vieweg, 2000.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451401 Seminar Schätzverfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45141 Schätzverfahren (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 schriftliche Ausarbeitung mit Präsentation über ein spezielles Thema aus den Schätzverfahren

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:	Zuhilfenahme von Projektor und Beamer, elektronische Unterlagen im Netz
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45150 Schätzverfahren und Flugmesstechnik

2. Modulkürzel:	060200119	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter Arne Altmann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Schätzverfahren** Die Studierenden haben einen Überblick, welche praxisrelevanten Problemstellungen auf Schätzaufgaben führen. Die Studierenden beherrschen die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Die Studierenden beherrschen die Grundbegriffe der stochastischen Prozesse. Die Studierenden kennen die Eigenschaften von Systemen mit Eingängen in Form stochastischer Prozesse. Die Studierenden kennen die wichtigsten linearen Parameterschätzverfahren und deren statistische Eigenschaften. Die Studierenden sind in der Lage, Schätzaufgaben mithilfe von Matlab zu lösen. Die Studierenden kennen die fachlichen Querverbindungen zu linearen Filterverfahren und numerischer Parameteroptimierung. **Flugmesstechnik** Die Studierenden sind in der Lage, einen Flugversuch für ein Flugzeug der Allgemeinen Luftfahrt (General Aviation) zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Außerdem sollen sie ihre Ergebnisse in einem schriftlichen Bericht und in einem Vortrag übersichtlich und aussagekräftig darstellen können.
13. Inhalt:	**Schätzverfahren** praktische Anwendungsbeispiele für Schätzaufgaben Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik Grundbegriffe der stochastischen Prozesse und ihr Zusammenspiel mit linearen Systemen lineare Parameterschätzverfahren (Verfahren der kleinsten Quadrate und der minimalen Varianz, Maximum Likelihood Methode) Umsetzung von Schätzverfahren mit Matlab **Flugmesstechnik** Grundlagen: Hintergründe zu den Messflügen, Erfassung von Messgrößen, Instrumentierung eines Flugzeuges, Flugleistungen. Einführung in das Experimentalflugzeug: Systeme, Flugleistung, Instrumentierung mit zentraler Datenerfassungsplattform. Vorbereiten und Durchführen eines Messfluges: Erstellen eines individuellen Messprogramms, Ausarbeitung der zugehörigen

	FlightCards, Durchführung der Flugmesskampagne mit Piloten, Messdatenauswertung und Erstellen eines Ergebnisberichtes.
14. Literatur:	• Fichter, W., King, F.: Schätzverfahren. Skript zum gleichnamigen Seminar, Institut für Flugmechanik und Flugregelung, Universität Stuttgart, 2010. • Mendel, J.M.: Lessons in Estimation Theory for Signal Processing, Communications and Control. Prentice Hall, 1995. • Crassidis, J.L., Junkins, J.L.: Optimal Estimation and Dynamic Systems. Chapman und Hall / CRC, 2004. • Unbehauen, H.: Regelungstechnik 3, Vieweg, 2000. • Skript zur Vorlesung • European Aviation Safety Agency: "Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes CS-23 • Edward A. Haering, Jr.: Airdata Measurement and Calibration
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451501 Seminar Schätzverfahren • 451502 Seminar Flugmesstechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Schätzverfahren: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium 62 h) Flugmesstechnik: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 (Präsenzzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45151 Schätzverfahren und Flugmesstechnik (PL), Schriftlich und Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Schätzverfahren: Zuhilfenahme von Projektor und Beamer, elektronische Unterlagen im Netz, Flugmesstechnik: PowerPoint-Präsentation, Tafel, Experimentalflugzeug
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45180 Methoden der Sicherheitsanalyse

2. Modulkürzel:	060900122	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Björn Annighöfer
9. Dozenten:	Björn Annighöfer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Der Teilnehmer kann formale Sicherheitsnachweise einfacher Systeme durchführen.
13. Inhalt:	Methoden und Werkzeuge des formalen Sicherheitsnachweises. - Einführung - Wahrscheinlichkeitsrechnung - Ausfallmodellierung -- Komponentenausfall ohne Reparatur -- Komponentenausfall mit Reparatur -- Doppelfehler - Methoden der Sicherheitsanalyse -- Dependency Diagramme -- Markov-Analyse -- Fehlerbaum-Analyse -- Fehler-Mode und Effektanalyse - Angewandte Sicherheitsanalyse
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451801 Vorlesung Methoden der Sicherheitsanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45181 Methoden der Sicherheitsanalyse (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung (Bei hoher Teilnehmeranzahl abweichend schriftlich)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Anschriebe und Demonstrationen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 45230 Integrierte Modulare Avionik

2. Modulkürzel:	060900013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Matthias Lehmann
9. Dozenten:	Matthias Lehmann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Studierende haben vertiefte Kenntnisse in der IMA-Technologie. Sie können Luftfahrtsysteme auf Basis von IMA auslegen und realisieren.
13. Inhalt:	• Grundlagen der IMA Technologien • IMA Plattformkonzepte • IMA und Luftfahrtsysteme • ARINC 653 - API, Operating-System, • Entwicklung und Realisierung einer Anwendung mit dem ARINC 653 API • Signalverarbeitung und Buskommunikation mit AFDX • Auslegen und Verifikation einer Systemfunktion
14. Literatur:	Skript zum Praktikum Civil Avionics Systems (AIAA Education Series)von I. Moir, Sirona G. Knight, Ian Moir
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452301 Praktikum Integrierte Modulare Avionik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h: (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 48 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45231 Integrierte Modulare Avionik (BSL), Sonstige, 30 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Übungsaufgabenblätter und Anschriebe
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 51970 Moderne Methoden der Regelungstechnik

2. Modulkürzel:	060200121	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Regelung und Systementwurf, Modul 060200110
12. Lernziele:	Robuste Regelung: • Die Studierenden sind in der Lage, anhand des Frequenzgangs die Eigenschaften eines Regelkreises zu beurteilen. • Die Studierenden sind in der Lage, die Unsicherheiten des Streckenmodells systematisch zu beschreiben. • Die Studierenden sind in der Lage, Regelkreise auf robuste Stabilität und robuste Regelqualität hin zu prüfen und robuste Regler zu entwerfen (z.B. mit dem H-Unendlich-Verfahren). Nichtlineare Regelung: • Die Studierenden beherrschen die Stabilitätsbegriffe und –kriterien für nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Methoden der nichtlinearen Regelung anzuwenden. • Die Studierenden verstehen die Wirkung eines linearen Reglers auf nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, den linearen Reglerentwurf mithilfe des nichtlinearen Streckenmodells vorzubereiten und auszubauen.
13. Inhalt:	Robuste Regelung: • Störeinflüsse und Übertragungsfunktionen im Regelkreis, Beurteilung eines Regelkreises anhand des Frequenzgangs • Analyse linearer Mehrgrößensysteme mithilfe von Singulärwertdiagramme • Beschreibung strukturierter und unstrukturierter Modellunsicherheiten, Kriterien für robuste Stabilität und robuste Regelqualität • H-Unendlich-Regelung • mue-Analyse nichtlineare Regelung: • Stabilitätsbegriffe und -kriterien • nichtlineare Entwurfsverfahren: Kennfeldregelung, nichtlineare Vorsteuerung, Ein/Ausgangs-Linearisierung, Sliding-Mode-Regelung • praktische Berechnung von Arbeitspunkten

	• Eigenschaften nichtlinearer Systeme mit linearem Regler • Anti-Windup-Vorrichtungen
14. Literatur:	• W. Grimm: Regelungstechnik 3, Skript • W. Grimm: Nichtlineare Regelung, Skript • K. Müller: Entwurf robuster Regelungen, Teubner J. Raisch: Mehrgrößenregelung im Frequenzbereich, Oldenbourg • Skogestad, S. und I. Postlethwaite: Multivariable Feedback Control, Analysis and Design, Wiley • S. Engell: Entwurf nichtlinearer Regelungen, Oldenbourg • J.-J. E. Slotine: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall • Vortragsfolien und Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 519701 Vorlesung Robuste Regelung • 519702 Robuste Regelung • 519703 Vorlesung Nichtlineare Regelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	• Robuste Regelung, Vorlesung: 14 h Präsenzzeit, 31 h Selbststudium • Robuste Regelung, Übung: 14 h Präsenzzeit, 31 h Selbststudium • Nichtlineare Regelung, Vorlesung: 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51971 Moderne Methoden der Regelungstechnik (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Kombination von Beamer und Tafelanschrieb analytische Übungsaufgaben Matlab-Übungen Lernmaterial unter ILIAS (Skripten, alte Prüfungen usw.)
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 57000 Aerobotics Seminar

2. Modulkürzel:	060200122	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Flugmechanik Regelungstechnik Grundlagen Vorteilhaft: grundlegende Programmierkenntnisse
12. Lernziele:	Die Studierenden sind vertraut mit dem industriellen Entwicklungsprozess einer Steuerung bzw. Regelung. Sie kennen die einzelnen Schritte beginnend mit der Definition der Anforderungen bis hin zum Flugversuch. Die Studierenden können Algorithmen zur Flugregelung entwickeln, in verschiedenen Ausbaustufen der Simulation testen und im Flugversuch verifizieren. Die Studierenden sind in der Lage, das Gesamtvorhaben sinnvoll in Teilaufgaben zu zerlegen, die Teilaufgaben auf Projektteams zu verteilen und nach den üblichen Methoden des Projektmanagements abzuarbeiten.
13. Inhalt:	Einführung in die Aufgabenstellung, die vorhandene Infrastruktur und den zu durchlaufenden Entwicklungsprozess Entwurf und Implementierung von Algorithmen zur Flugregelung in Gruppenarbeit Diskussion des Fortschritts in regelmäßigen Progress-Meetings Flugdemonstration Abschließende Präsentation und Dokumentation
14. Literatur:	W. Fichter und W. Grimm: Flugmechanik. Aachen: Shaker, 2009. Dokumentation vorhandener Simulatoren und Entwicklungsumgebungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 570001 Seminar Aerobotics
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Aerobotics Seminar: Präsenzzeit: 28h, Selbststudium: 62h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57001 Aerobotics Seminararbeit (BSL), Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 57010 Human Factors Engineering in Flight Deck Design

2. Modulkürzel:	060900124	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Gernot Konrad
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Students know the basics of Human Factors Engineering and are familiar with the Human Factors Design Process with respect to Flight Deck Layout.
13. Inhalt:	1. Introduction to Human Factors Engineering 2. User-Centered Design 3. Situation Awareness 4. Workload and Stress 5. Automation 6. Human Factors Analysis 7. Human Factors Measures 8. Cost-Justifying Usability 9. The Human Factors Design Process at a typical OEM 10.Human Factors Compliance Demonstration
14. Literatur:	Skript: Power Point Präsentation
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 570101 Vorlesung Human Factors Engineering in Flight Deck Design
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57011 Human Factors Engineering in Flight Deck Design (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 57160 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060513111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten Kriterien und Grenzen für die Modellbildung in der Strukturdynamik, • können Freiheitsgrade und kinematische Bindungen identifizieren und in unterschiedlichen Koordinatensystemen beschreiben, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Mehrkörper-Systeme aufstellen, linearisieren und lösen, • können die Bewegungsgleichungen eindimensionaler Kontinua aufstellen und lösen, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen und lösen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit einem Freiheitsgrad berechnen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit mehreren Freiheitsgraden berechnen, • kennen das Verfahren der Modalanalyse mit und ohne Dämpfung,

	• besitzen Grundkenntnisse für den Umgang mit einfachen dynamischen Finite-Elemente-Modellen.
13. Inhalt:	**Veranstaltung Dynamik I:** - Modellierung, Freiheitsgrade und Kinematik bei Mehrkörpersystemen, - Prinzip von d' Alembert, Prinzip der virtuellen Verschiebungen in der Dynamik, - Aufstellung von Bewegungsgleichungen bei Mehrkörpersystemen, - Linearisierung von Bewegungsgleichungen, - Einheitsverschiebungsgesetz in der Dynamik, - Lineare Systeme mit einem Freiheitsgrad, - Freie und erzwungene gedämpfte Schwingungen (harmon., period-, stoßartige Erregung). **Veranstaltung Dynamik II:** - Eigenwertanalyse bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - freie und erzwungene Schwingungen bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - starre Bewegungsmöglichkeiten, - Modalanalyse, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua und deren analytische Lösung, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua mit Finite-Elemente-Modellen, - Dehnstab, Biegestab, Torsionsstab.
14. Literatur:	• Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer, 2002 • Hamel, G.: Theoretische Mechanik. Berlin [u.a.] : Springer, 1978 • Hagedorn, P. , Otterbein, S.: Technische Schwingungslehre. Band 1. Berlin , Heidelberg : Springer, 1987 • Hagedorn, P.: Technische Schwingungslehre. Band 2, Berlin , Heidelberg : Springer, 1989 • Schiehlen, W. , Eberhard, P.: Technische Dynamik. 2. Aufl. Stuttgart [u.a.] : Teubner, 2004 • Skript • zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571601 Vorlesung Dynamik 1 • 571602 Vorlesung Dynamik 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dynamik I, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Dynamik II, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57161 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 80 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Mechanische Systeme
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, kleine Experimente
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 57180 Regelung und Systementwurf

2. Modulkürzel:	060200110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter Reinhard Reichel Werner Grimm Philipp Luithardt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Mehrgrößenregelung:** Die Studierenden sind in der Lage, lineare Mehrgrößensysteme auf ihre Eigenschaften hin zu untersuchen (Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilität usw.) und spezielle Lösungen zu charakterisieren. Die Studierenden sind in der Lage, lineare Regler in Form von Zustandsvektorrückführungen nach verschiedenen Verfahren zu entwerfen und nicht messbare Zustandsgrößen mit verschiedenen Varianten linearer Beobachter zu schätzen. **Systementwurf I:** Die Studierenden auf Ihre Eigenschaften kennen die elementaren Grundlagen zur Auslegung fehlertoleranter Luftfahrtsysteme. Dazu gehören a) Systembereiche wie fehlertolerante Avionik, Sensorik, Aktuatorik, b) Funktionen bzgl. Anwendung und Management. Die Orientierung an einem Fly-by-Wire System soll den Anwendungsbezug verdeutlichen.
13. Inhalt:	**Mehrgrößenregelung:** • Eigenschaften linearer Mehrgrößensysteme (Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilität usw.) • Allgemeine und spezielle Lösung linearer Mehrgrößensysteme (z.B. für Sprungeingänge, Impulseingänge, sinusförmige Eingänge usw.) • Regelkreisstrukturen für verschiedene Regelziele (Stabilisierung bzw. Folgeregelung) • Entwurf von Zustandsvektorrückführungen mit verschiedenen Verfahren (Polvorgabe, modale Regelung, optimale Regelung) • Struktur und Entwurf linearer Beobachter (vollständig und reduziert) **Systementwurf I** • Herleiten grundlegender funktioneller und nichtfunktioneller Entwurfsanforderungen an ein Fly-by-Wire System

	• Ermitteln der Systemstruktur, Allokieren von Funktionen, Definieren der Systemgranularität, erstes "Safety Assessment • Grundlegende Ansätze zur Auslegung eines System-Managements zur fehlertoleranten Steuerung des Gesamtsystems, unterteilt in Rechner-,Sensor- und Aktuator-System-Management
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571801 Vorlesung Mehrgrößenregelung • 571802 Vorlesung Systementwurf • 571803 Übung Systementwurf 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Mehrgrößenregelung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Systementwurf, Vorlesung und Übungen: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 63 h, Selbststudium 117 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57181 Regelung und Systementwurf (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 57190 Inertialnavigation

2. Modulkürzel:	062100999	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alfred Kleusberg
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden der Inertialnavigation. Sie können Fehlerquellen bei der Inertialnavigation benennen und deren Größenordnung und Verhalten abschätzen. Sie kennen Verfahren, wie sie mit externen Messungen verringert oder eliminiert werden können.
13. Inhalt:	Grundlagen der Inertialnavigation • Kartesische Koordinatensysteme; Koordinaten; Eigenschaften der Richtungscosinusmatrix (Direction Cosine Matrix, DCM) • Parametrisierungen einer Direction Cosine Matrix (Eulerwinkel, Quaternionen) • Ausdrücken von Rotationsgeschwindigkeiten • Koordinatensysteme für die Inertialnavigation (Inertial, ECEF, Local Level, Body, Platform) • Rotationsbewegung und Transformation zwischen den Systemen Modellierung eines Strap-Down-Navigators • Differentialgleichungssystem für ein Strapdown Inertialnavigationssystem in verschiedenen Repräsentationen (e-System, n-System) • Sensoren der Inertialnavigation (Arten und Funktionsweise von Beschleunigungsmessern und Drehratensensoren, von High precision bis low cost) • Numerische Integration der Orientierungsdifferentialgleichung • Vereinfachung, numerische Integration der Differentialgleichungen der Translation • Lösung der Geschwindigkeits- und Positionsdifferentialgleichungen • Linearisierte Fehlergleichungen im e-System • Grundzüge der Architektur einer GPS/INS-Integration, Kalmanfilter
14. Literatur:	online script
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571901 Vorlesung Inertialnavigation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	57191 Inertialnavigation (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Navigation

Modul: 57970 Flugregelungsentwurf

2. Modulkürzel:	060200123	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Mehrgrößenregelung (Modul "Regelung und Systementwurf")
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die geforderten Eigenschaften eines geregelten Flugzeugs. Die Studierenden kennen die Arbeitsweise und die Eigenschaften der wichtigsten Sensoren der Flugregelung. Die Studierenden kennen die Regelziele und verschiedene Varianten stabilitätserhöhender Rückführungen. Die Studierenden kennen die Regelziele und die Struktur der wichtigsten Autopiloten. Die Studierenden können die Entwurfsverfahren der Mehrgrößenregelung auf die Flugzeugdynamik anwenden.
13. Inhalt:	Flugeigenschaftskriterien für die Längs- und Seitenbewegung Arbeitsweise und Eigenschaften der wichtigsten Sensoren der Flugregelung stabilitätserhöhende Rückführungen in der Längs- und Seitenbewegung Autopiloten der Längs- und Seitenbewegung (Höhen- und Geschwindigkeitshaltung, Azimutregler, automatische Landung usw.) Flugreglerentwurf nach den Methoden der Mehrgrößenregelung
14. Literatur:	U. Butter, Flugregelung, Skript R. Brockhaus, Flugregelung, Springer B.L. Stevens und F.L. Lewis, Aircraft Control and Simulation, Wiley
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 579701 Vorlesung Flugregelungsentwurf
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gesamt: 90h (28h Präsenzzeit, 62h Selbststudium) Flugregelungsentwurf, Vorlesung: 28 h Präsenzzeit, 62 Stunden Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57971 Flugregelungsentwurf (BSL), Sonstige, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 58000 Systementwurf II

2. Modulkürzel:	0609001131	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Florian Kraus
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	54180 Regelung und Systementwurf
12. Lernziele:	Vertiefung der Kenntnisse im Bereich Systementwurf (Systementwurf I) durch Entwurf und Realizierung eines Fly-by-Wire-Systems im Labor.
13. Inhalt:	Auslegung, Umsetzung und Verifikation eines redundanten Fly-by-Wire-Systems: • Analyse anwendungsorientierter Systemvorgaben. • Auslegung der Management-Funktionen zum Betrieb eines redundanten Avioniksystems / Rechnersystems. • Auslegung der Management-Funktionen zum Betrieb redundanter Sensorik und Aktuatorik. • Umsetzung zentraler Funktionen in Software. • Integration der Software in einen Systemdemonstrator. • Systemverifikation anhand spezifischer Testfälle. Die Bearbeitung erfolgt selbständig und gruppenweise unter der Anleitung von Betreuern.
14. Literatur:	Reichel, R.: Systementwurf I, Skript Kraus, F.: Systementwurf II, Präsentationsfoliensatz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 580001 Praktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 48 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	58001 Systementwurf II (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündlich, 20 Minuten
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folien, Unterlagen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 60170 Komplexe Avioniksysteme

2. Modulkürzel:	060900126	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel, Robert Mansk e.a.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Systementwurf I/II
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Grundlagen multifunktionaler (integrierter), verteilter, fehlertoleranter Avioniksysteme, können derartige Systeme entwerfen und besitzen darin vertiefte Kenntnisse durch ein anschließendes Praktikum.
13. Inhalt:	Komplexe Avioniksysteme I: • Erweiterung bisheriger Grundlagen auf multifunktionale (integrierte), fehlertolerante, verteilte Avioniksysteme: • Erweiterung der Grundlagen wie Agreement, Reliable/Total Broadcast resp. Consensus e.a. • Grundlegende Management-Mechanismen zum Betrieb solcher Systeme. • Herleitung verteilter Systemarchitekturen. • Herleitung einer Software-Architektur. • Exemplarische Systemauslegung für ein Fly-by-Wire System für das Institutsflugzeug Diamond DA40. Komplexe Avioniksysteme II: Zur Vertiefung der Kenntnisse bauen die Studierenden im Labor einen Labordemonstrator auf: • Auslegung eines vereinfachten Fly-by-Wire Systems auf Basis einer verteilten Avionikarchitektur. • Einarbeitung in ein teilautomatisiertes System-/Software-Entwicklungsverfahren. • Systemrealisierung mittels des o.a. System-/Software-Entwicklungsverfahrens. • System-Verifizierung / Validierung.
14. Literatur:	Will be announced during the courses.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 601701 Vorlesung Komplexe Avioniksysteme I • 601702 Praktikum Komplexe Avioniksysteme II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gesamt 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h) Komplexe Avioniksysteme I: 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium Komplexe Avioniksysteme II: 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium

17. Prüfungsnummer/n und -name:	60171 Komplexe Avioniksysteme (PL), Schriftlich und Mündlich, Gewichtung: 1 Präsentation (20min) und mündliche Prüfung (20min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Komplexe Avioniksysteme I: Folien Komplexe Avioniksysteme II: Praktikumsunterlagen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 68350 Digitale Regelung und Filterung

2. Modulkürzel:	060200124	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Regelung und Systementwurf, Modul 060200110
12. Lernziele:	• Die Studierenden können zeitdiskrete Systeme erstellen und analysieren. • Die Studierenden sind in der Lage, digitale Regelkreise auszulegen. • Die Studierenden können Zustandsschätzer mithilfe von Beobachtern und Kalman-Filtern entwerfen.
13. Inhalt:	• zeitdiskrete Ein- und Mehrgrößensysteme im Zeit- und Frequenzbereich • Diskretisierung kontinuierlicher Systeme • Shannon-Theorem • Entwurfsmethoden für digitale Regelkreise • Zustandsschätzung mit diskretem Beobachter oder Kalman-Filter
14. Literatur:	• W. Grimm: Digitale Regelung, Skript • J. Lunze: Regelungstechnik 2, Springer • H. P. Geering: Regelungstechnik, Springer • Brian D.O. Anderson, John B. Moore: Optimal Filtering • Arthur Gelb: Applied Optimal Estimation • Vortragsfolien und Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 683501 Vorlesung Digitale Regelung und Filterung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Digitale Regelung und Filterung, Vorlesung: 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68351 Digitale Regelung und Filterung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Kombination von Beamer und Tafel Matlab-Beispiele
20. Angeboten von:	

Modul: 68360 Nichtlineare Regelung

2. Modulkürzel:	060200125	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Regelung und Systementwurf, Modul 060200110
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Stabilitätsbegriffe und Stabilitätskriterien für nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Methoden der nichtlinearen Regelung anzuwenden. • Die Studierenden verstehen den Effekt linearer Regler auf nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, den linearen Reglerentwurf mithilfe des nichtlinearen Modells vorzubereiten und zu ergänzen.
13. Inhalt:	• nichtlineare Systeme: Stabilitätsbegriffe und Stabilitätskriterien • Methoden der nichtlinearen Regelung: Kennfeldregelung, nichtlineare Vorsteuerung, Ein/Ausgangs-Linearisierung, Sliding-Mode-Regelung • praktische Berechnung von Arbeitspunkten, Eigenschaften nichtlinearer Systeme mit linearem Regler • Anti-Windup-Vorrichtungen
14. Literatur:	• W. Grimm: Nichtlineare Regelung, Skript • S. Engell: Entwurf nichtlinearer Regelungen, Oldenbourg • J.-J. E. Slotine: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall • Vortragsfolien und Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 683601 Vorlesung Nichtlineare Regelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Nichtlineare Regelung, Vorlesung: 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68361 Nichtlineare Regelung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Kombination von Beamer und Tafel, Matlab-Beispiele
20. Angeboten von:	

Modul: 71780 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060400403	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik
12. Lernziele:	Die Studierenden ... kennen die technische Bedeutung mechanischer Schwingungen in der Luft- und Raumfahrttechnik. ... können mathematische Modelle für die Schwingungen einfacher Mehrkörpersysteme bilden. ... kennen die wesentlichen Erscheinungen der Strukturdynamik (insbes. Resonanz, Tilgung, dyn. Instabilität). ... können die Eigenschwingungen mechanischer Systeme berechnen und können deren besondere Eigenschaften für die Behandlung von Schwingungsproblemen ausnutzen. ... kennen die möglichen Auswirkungen von Dämpfungs-, Kreisel- und zirkulatorischen Kräften, sowie von Nichtlinearitäten. ... haben einen Überblick über die räumlich kontinuierliche und diskretisierte Beschreibung mechanischer Strukturen.

13. Inhalt:	Motiviert anhand praxisnaher Fragestellungen werden die grundlegenden Vorgehensweisen der Strukturdynamik behandelt. Die wichtigsten Schwingungserscheinungen werden für ausgewählte Fallbeispiele analytisch erarbeitet und auf allgemeinere Systeme übertragen. Zur Veranschaulichung dienen passende Kurzvideos und kleine Versuche. Matlab-Programme zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente zu festigen. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • Vorgehensweisen zum systematischen Aufstellen von Bewegungsgleichungen mechanischer Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden. • Linearisierung von Bewegungsgleichungen, statische und dynamische Stabilität. • Freie und erzwungene Schwingungen linearer mechanischer Systeme • Berechnung von Eigenmoden von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden sowie einfacher Kontinua, modale Vorgehensweise zur Berechnung von Schwingungen. • Überblick zu den Vorgehensweisen der Diskretisierung, der Modellordnungsreduktion und der dynamischen Substrukturtechnik. • Kurze Einführung in die nichtlineare Strukturdynamik.
14. Literatur:	Aufschriebe, Folien, Matlab-Beispiele weiterführende Literatur: R. Gasch, K. Knothe, R. Liebich: Strukturdynamik, 2012 K. Magnus, K. Popp, W. Sextro: Schwingungen, Springer, 2013 R.R. Craig, A.J. Kurdila: Fundamentals of Strucutral Dynamics, Wiley, 2006
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717801 Vorlesung Strukturdynamik • 717802 Übung Strukturdynamik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h) Übung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71781 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

216 Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen

Zugeordnete Module:

12420	Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie
2161	Leichtbau I, II
29150	Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks
30880	Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen
43970	Aerodynamik und Flugzeugentwurf I
44020	Aerodynamik und Flugzeugentwurf II
44080	Angewandte Luftfahrtsysteme
44090	Angewandte Luftfahrtsysteme I
44100	Angewandte Luftfahrtsysteme II
44250	Digitaler Produktentwurf
44300	Einführung in die Hubschraubertechnik
44370	Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik
44420	Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld
44460	Flugzeugentwurf II
44470	Flugzeugentwurfsseminar
44530	Hubschrauber-Aeromechanik
44540	Hubschraubertechnik
44610	Kleinsatellitenentwurf
44680	Konstruktive Aspekte von Flugzeugsystemen
44720	Lastannahmen
44730	Leichtbau I
44740	Leichtbau I, II
44770	Leichtbauseminar
44990	Profilentwurf
45290	Tragflügelaerodynamik
45300	Tragwerksoptimierung
45390	Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt
45680	Optimale Tragwerksauslegung
48680	Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua
48710	Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung
49610	Modellbildung für Finite Elemente I + II
49620	Modellbildung für Finite Elemente I
49630	Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden
49670	Seminar Angewandte Finite Elemente
57160	Strukturdynamik
57170	Einführung in die Finite Elemente Methode
71780	Strukturdynamik
72310	Roverentwicklung für Explorationsaufgaben
72320	Roversystemtechnik
77780	Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials
79180	Astronautics and Space Exploration

Modul: 12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie

2. Modulkürzel:	060320011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Vorlesung: Po Wen Cheng Übung: Holger Fürst
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I
12. Lernziele:	• Die Studierenden erlangen Kenntnisse über die Grundlagen der Windenergie, insbesondere über die physikalischen und technischen Prinzipien bei modernen Windenergieanlagen. • Die Studierenden sind dabei in der Lage einfache physikalische Grundgleichungen und Zusammenhänge herzuleiten und ihre Bedeutung in Bezug auf die Nutzung von Windenergie zu verstehen sowie zu erklären. • Ausgehend vom Verständnis der einzelnen Teildisziplinen (Aerodynamik, Strukturdynamik, Elektrotechnik etc.) können die Studierenden den Aufbau und die Funktionsweise des Gesamtsystems Windenergieanlage erläutern und auf ausgewählten Gebieten elementare Auslegungs- und Entwurfsberechnungen durchführen. • Nach Abschluss der Lehrveranstaltung haben die Studierenden die wesentlichen Kompetenzen aufgebaut, die sie befähigen sich in Spezialgebiete im Bereich Windenergie (Komponentenauslegung, Modellierung und Simulation, Windparkplanung etc.) einzuarbeiten.
13. Inhalt:	• **Vorlesung** Einleitung, Historie und Potenziale, Beschreibung und Charakterisierung des Windes, Ertragsberechnung, Windmessung, Aerodynamische Grundlagen: Impulstheorie, Tragflügeltheorie, Blattauslegung nach Betz und Schmitz, Kennlinien, Typologien, Modellgesetze und Ähnlichkeitsregeln, Strukturdynamik, Konstruktiver Aufbau, Elektrisches System, Betriebsführung und Regelungstechnik. • **Übung und Versuch** Es werden 8 Hörsaalübungen sowie ein Hochlaufversuch im Böenwindkanal angeboten.

14. Literatur:	• lecture notes • R. Gasch und J. Twele, Windkraftanlagen • James F. Manwell, Jon G. McGowan und Anthony L. Rogers, Wind Energy Explained: Theory, Design and Application
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 124202 Übung Windenergienutzung I • 124201 Vorlesung Windenergienutzung I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	• Vorlesung: Präsenzzeit 28 Stunden, Selbststudium 62 Stunden • Übung: Präsenzzeit 8 Stunden, Selbststudium 74 Stunden • Windkanalversuch: Präsenzzeit 3 Stunden, Versuchsauswertung 5 Stunden Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	12421 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Das Versuchsprotokoll des Windkanalversuchs während des Semesters ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung. Die Prüfung umfasst einen Fragenteil (20 min) und einen Rechenteil (70 min).
18. Grundlage für ... :	Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen Windenergie 4 - Windenergie-Projekt
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Versuchsdurchführungen
20. Angeboten von:	Windenergie

2161 Leichtbau I, II

Zugeordnete Module:
44730 Leichtbau I
44750 Leichtbau II

Modul: 44730 Leichtbau I

2. Modulkürzel:	060310103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour
9. Dozenten:	Maged Sorour Peter Middendorf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Leichtbau I, II --> Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten wissen die wesentlichen Grundlagen des Leichtbaus, Leichtbaumethoden, Leichtbauwerkstoffe sowie moderne Werkstoffsysteme. Die Studierenden werden mit dem Entwurf und Auslegung einzelner Strukturelemente im Bereich der Festigkeit, Steifigkeit vertraut gemacht. Die wichtigsten strukturmechanischen Auslegungsmethoden und Theorien werden dabei anhand realer Flugzeugstrukturen angewendet und praktiziert.
13. Inhalt:	Kriterien der Leichtbaukonstruktionen, Leichtbaumethoden, Entwurfsphilosophien, Systematik und Gestaltung von Leichtbaukonstruktionen, Berechnungsmethoden, Gestaltleichtbau und geometrische Kenngrößen von Strukturkomponenten, Werkstoffleichtbau und moderne Werkstoffsysteme, Strukturelemente, Zugelemente, Biegeelemente.
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Wiedemann, J.: Leichtbau
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447301 Vorlesung und begleitende Übungen Leichtbau I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44731 Leichtbau I (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Flugzeugbau

Modul: 44750 Leichtbau II

2. Modulkürzel:	060310104	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour
9. Dozenten:	Maged Sorour Peter Middendorf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Leichtbau I, II --> Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Leichtbau, Werkstoffe und Fertigungsverfahren (060310101)
12. Lernziele:	Erweiterung der Lerninhalte des Leichtbau I auf dem Bereich der Auslegung von Leichtbau-Strukturelementen. Die Studierenden sind mit dem Entwurf und der Auslegung einzelner Strukturelemente im Bereich der Stabilität und Überlagerungen der Belastungen vertraut. Die Studierenden kennen die wichtigsten strukturmechanischen Auslegungsmethoden und Theorien und werden diese anhand realer Flugzeugstrukturen anwenden.
13. Inhalt:	Druckelemente, Stäbe und Profile, Blechfelder, Versteifte Platten und Blechfelder, Torsionselemente, reine Torsion, Wölbkrafttorsion, Schub- und Zugfelder, Schubstege, Schubwände, Schubfeld-, Zugfeldträger. Überlagerungen bei Festigkeit- und Stabilitätsproblemen, Krafteinleitung
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Wiedemann, J: Leichtbau
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447501 Vorlesung und begleitende Übungen Leichtbau II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks

2. Modulkürzel:	060320012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Po Wen Cheng
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie
12. Lernziele:	After attending the class the students should have the basic technical understanding for the planning and realization of a wind park and the necessary knowledge on the regulatory, economic and environmental issues related to the construction and operation of wind farms.
13. Inhalt:	• Preliminary site assessment • Extreme wind distribution • Wake models for loads and park efficiency • Site specific load assessment • Environmental impact (noise, shadow) • Onshore: foundation and logistics • Grid connection and integration • Reliability of wind turbines • Load monitoring of wind turbine components • Offshore wind energy
14. Literatur:	• PowerPoint slides available in ILIAS • classroom exercise material available in ILIAS • text book: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner • http://www.wind-energie.de/infocenter/technik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 291501 Vorlesung Windenergie II • 291502 Übung Windenergie II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of lecture attendance: 28 hours Self-study time for lectures: 62 hours Time of classroom exercise attendance : 16 hours Self-study time for exercises: 74 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29151 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint slides and blackboard

20. Angeboten von: Windenergie

Modul: 30880 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen

2. Modulkürzel:	060320013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Po Wen Cheng
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie
12. Lernziele:	- Die Studierenden verfügen über das Systemverständnis einer gesamten Windenergieanlage (WEA). - Sie können numerisch und experimentell Belastungen an Windenergieanlagen ermitteln. - Sie können Lastrechnungen zur Auslegung der wichtigsten Komponenten und des Gesamtsystems anwenden. - Die Studierenden sind in der Lage, Simulationsprogramme am Beispiel einer typischen Multi-MW Windenergieanlage anzuwenden.
13. Inhalt:	Entwurf von Windenergieanlagen - Auslegungsmethodik und Richtlinien - Windfeldmodellierung (Begriffe, Turbulenzmodellierung, Extremereignisse) - Dynamik des Gesamtsystems (Campbell-Diagramm, Simulation, Strukturdynamik, Modellierung, Messtechnik) - Blattentwurf mit Nachlaufdrall - Blattelement-Impulstheorie (BEM-Algorithmus, empirische Korrekturen, dynamische Effekte, Schräganströmung) - Hydrodynamische Belastungen - Anlagenregelung und Betriebsführung - Lastfälle und Nachweise nach IEC 61400-1 ed. 3 (Auslegungsprozess, Lastfälle und Nachweise) - Messung von Belastungen und Leistung nach IEC 61400-12/-13 am Beispiel - Betriebsfestigkeit (Nachweiskonzepte für WEA, Rainflow, Palmgren-Miner, schädigungs-äquivalente Lasten, Lastverweildauer) - Software: Einführung in die Benutzung von Programmen zur Simulation von Windturbinen. Vermittlung der Grundlagen aeroelastischer Berechnungen bzw. Mehrkörpersimulation (Anwendung in Simulationsseminar) - Es werden Hörsaalübungen angeboten. - Im wöchentlichen Wechsel zu den Übungen findet das Simulationsseminar statt. In diesem wird ein Simulationsprogramm

	zur Auslegung von Windturbinen vorgestellt und unter Anleitung angewendet.
14. Literatur:	- Vorlesungsfolien im ILIAS - Übungsblätter im ILIAS - Windkraftanlagen (R. Gasch, J. Twele) - Wind Energy Explained: Theory, Design and Application (James F. Manwell, Jon G. McGowan, Anthony L. Rogers)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308801 Vorlesung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I) • 308802 Übung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I) • 308803 Simulationsseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	- Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Vorlesung: 24 Stunden - Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Vorlesung: 62 Stunden - Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Übung: 8 Stunden - Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Übung: 60 Stunden - Präsenzzeit Simulationsseminar: 9 Stunden - Selbststudium Simulationsseminar: 17 Stunden - Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30881 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 30881 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Windenergie 4 - Windenergie-Projekt
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Windenergie

Modul: 43970 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I

2. Modulkürzel:	060101001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Thorsten Lutz
9. Dozenten:	Thorsten Lutz Johannes Schneider Andreas Strohmayer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage Profilpolaren zu lesen und zu interpretieren und verstehen den Einfluss elementarer geometrischer Parameter auf die Profileigenschaften. • Sie kennen den Einfluss der Mach-Zahl auf die Umströmung und die aerodynamischen Eigenschaften von Profilen. • Die Studierenden verstehen den Einfluss des Grundrisses auf die aerodynamische Leistung und das Abreißverhalten von subsonischen Tragflügeln und können Berechnungsprogramme zur Auslegung von Tragflügeln anwenden. • Die Studierenden kennen Rahmenbedingungen und Ablauf einer Flugzeugentwicklung. • Sie kennen die im Flugzeugvorentwurf gängigen Verfahren und können Eingangsparameter wie Massenaufteilung, Flächenlast und Schubbelastung abschätzen. • Die Studierenden sind in der Lage, eine Flugzeugkonfiguration mit ihren Hauptkomponenten auszulegen und den Entwurf zu bewerten.
13. Inhalt:	**Flugzeugaerodynamik I:** • Reibungsfreie und reibungsbehaftete inkompressible Profilumströmung • Skelett-Theorie • Profilpolaren • Druck- und Neutralpunkt • Linearisierte Potentialgleichung • Ähnlichkeitsregeln für Unter- und Überschall • transsonische Profilumströmung • supersonische Profilumströmung • subsonische Tragflügelumströmung • Prandtl'sches Traglinienverfahren • Multhopp-Verfahren und Anwendungen

	• Einfluss des Grundrisses auf die Tragflügelaerodynamik **Flugzeugentwurf I:** • Technische und wirtschaftliche Voraussetzungen für eine Flugzeugentwicklung • Entwurfsmethodik und Phasen im Entwurfsprozess • Verfahren für den Vorentwurf • Wahl der Flugzeugkonfiguration und Auslegung der Hauptkompo-nenten: Rumpf, Tragflügel, Leitwerk, Steuerflächen, Antriebs- und Fahrwerksintegration • Entwurfsbewertung: Auftrieb und Widerstand, Massen und Schwerpunktslagen, Flugleistungen und Flugeigenschaften
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Übungsgblätter Graphisch interaktives Programm "AERO Anderson, J.D.: Fundamentals of Aerodynamics Anderson, J.D.: Modern Compressible Flow Schlichting, Truckenbrodt: Aerodynamik des Flugzeuges Raymer, D.P.: Aircraft Design: A Conceptual Approach Roskam, J.: Airplane Design Stinton, D.: The Anatomy of the Aeroplane Stinton, D.: The Design of the Aeroplane Torenbeek, E.: Synthesis of Subsonic Airplane Design
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 439701 Vorlesung Flugzeugaerodynamik I • 439702 Übung Flugzeugaerodynamik I • 439703 Vorlesung Flugzeugentwurf I • 439704 Übung Flugzeugentwurf I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugzeugaerodynamik I, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h) Flugzeugaerodynamik I, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h) Flugzeugentwurf I, Vorlesung+Übungen: 90h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 110 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	43971 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Aerodynamik und Flugzeugentwurf II
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Programmanwendungen
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 44020 Aerodynamik und Flugzeugentwurf II

2. Modulkürzel:	060311101	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Strohmayer
9. Dozenten:	Maged Sorour Thorsten Lutz Andreas Strohmayer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Besuch der Lehrveranstaltungen des Moduls "Aerodynamik und Flugzeugentwurf I (060101001)
12. Lernziele:	**Flugzeugentwurf II** Die Studierenden sind in der Lage, einen mit Vorentwurfsmitteln ausgelegten Basisentwurf iterativ zu verbessern und kennen tiefergehende Verfahren der Entwurfsbewertung. Dabei können sie neben konventionellen Entwürfen auch ausgewählte unkonventionelle Konfigurationen auslegen. **Flugzeugaerodynamik II** • Die Studierenden kennen die Grundlagen und Anwendungsgrenzen von aerodynamischen Berechnungsmethoden, die im Vorentwurf und für Lastannahmen einsetzbar sind und können entsprechende Programme für Entwurfszwecke einsetzen. • Die Studierenden verstehen den Einfluss der Pfeilung auf die aerodynamischen Eigenschaften von Tragflügeln in allen Mach-Zahl Bereichen und können die Wahl der Pfeilung bei Verkehrsflugzeugen und Überschallflugzeugen nachvollziehen. • Sie können die zu erwartenden aerodynamischen Effekte bei Überschall-Tragflügeln ohne aufwändige Rechnung abschätzen und sind so in der Lage die Ergebnisse numerischer Simulationen zu bewerten. • Sie kennen komplexe aerodynamische Effekte (Instationarität, Interferenzeffekte, nichtlineare Effekte) und den Einfluss auf die aerodynamischen Eigenschaften.
13. Inhalt:	**Flugzeugentwurf II**

	Bewertung des Iterationsentwurfs: Hochauftrieb und Widerstand; Masse und Schwerpunkt, Flugeigenschaften und Flugleistungen, weitere Bewertungskriterien (DOC, Wartbarkeit, …) Optimierung und parametrische Analysen Unkonventionelle Konfigurationen **Flugzeugaerodynamik II** Erweitertes Traglinienverfahren Weissinger-Verfahren + Anwendungen Wirbelleiterverfahren + Anwendungen Nichtlineare Aerodynamik, Flügel kleiner Streckung, Deltaflügel Prinzip der Unabhängigkeit Pfeilungseffekte bei subsonischer, transsonischer und supersonischer Strömung Supersonische Flügelumströmung Interferenzeffekte Grundzüge der instationären Strömung
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung; Foliensatz Übungsgblätter Graphisch interaktives Programm "AERO Anderson, J.D.: Fundamentals of Aerodynamics Anderson, J.D.: Modern Compressible Flow Schlichting, Truckenbrodt: Aerodynamik des Flugzeuges Raymer, D. P.: Aircraft design : a conceptual approach Nicolai, M.: Fundamentals of Aircraft Design Roskam, J.: Airplane Aerodynamics and Performance
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440201 Vorlesung Flugzeugentwurf II • 440202 Übung Flugzeugentwurf II • 440203 Vorlesung Flugzeugaerodynamik II • 440204 Übung Flugzeugaerodynamik II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugzeugentwurf II, Vorlesung+Übung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62h) Flugzeugaerodynamik II, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h) Flugzeugaerodynamik II, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44021 Aerodynamik und Flugzeugentwurf II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Entwurf von Luftfahrzeugen, unter besonderer Berücksichtigung der Drehflüglertechnik

Modul: 44080 Angewandte Luftfahrtsysteme

2. Modulkürzel:	060900112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen Anforderungen, Funktion, Aufbau realer Luftfahrtsysteme von Verkehrsflugzeugen (AT), Militärflugzeugen (MIL), Hubschrauber (HC).
13. Inhalt:	• Primäres Flugsteuerungssystem (AT) • Hochauftriebssystem (AT) • Autopilot und Flight Director (AT) • Flugmanagementsystem (AT) • Integrierte Navigation (AT) • Informations-/Kommunikationssysteme (AT) • Auswahl von Utility Systemen (AT) • Exemplarische Kabinensysteme (AT) • Flugsteuerungssysteme (MIL) • Flugsteuerungssysteme (HC)
14. Literatur:	• Reichel, R.: Angewandte Luftfahrtsysteme I/II. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013. • Moir, Ian. Civil Avionics Systems. Professional Engineering Publishing Limited. London 2003. • Moir, Ian. Aircraft systems - Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. Professional Engineering Publishing Limited. 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440801 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme I • 440802 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Angewandte Luftfahrtsysteme I: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Angewandte Luftfahrtsysteme II: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180h (Präsenzzeit: 56h, Selbststudium: 124h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44081 Angewandte Luftfahrtsysteme (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 Schriftlich, 120 Minuten
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Folien
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44090 Angewandte Luftfahrtsysteme I

2. Modulkürzel:	060900117	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen Anforderungen, Funktion, Aufbau realer Flugsteuerungssysteme für Verkehrsflugzeuge (Airbus, Boeing), Militärflugzeuge und Hubschrauber.
13. Inhalt:	• Übersicht Safety-Anforderungen • Klassischer Redundanzstrukturen für Avionikrechner • Einführung Aktuatoren, Sensoren • Primärsteuerungssystem Airbus • Primärsteuerungssystem Boeing • Steuerungssystem Eurofighter • Steuerungssystem Hubschrauber NH90
14. Literatur:	• Reichel, R.: Angewandte Luftfahrtsysteme I. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013. • Moir, Ian. Civil Avionics Systems. Professional Engineering Publishing Limited. London 2003. • Moir, Ian. Aircraft systems - Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. Professional Engineering Publishing Limited. 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440901 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44091 Angewandte Luftfahrtsysteme I (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Schriftlich, 60 Minuten
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Präsentationsfolien
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44100 Angewandte Luftfahrtsysteme II

2. Modulkürzel:	060900118	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen Anforderungen, Funktion, Aufbau realer Luftfahrtsysteme in den Domänen Hochauftrieb, Autoflight, Navigation, Utility, Kabine, Information/Kommunikation von Verkehrsflugzeugen.
13. Inhalt:	• Hochauftriebssytem • Autoflight-System • Integrierte Navigation • Auswahl an Utility Systemen • Informations/Kommunikations-Systeme • Kabinensysteme
14. Literatur:	• Reichel, R.: Angewandte Luftfahrtsysteme II. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme,Universität Stuttgart, 2013. • Moir, Ian. Civil Avionics Systems. Professional Engineering Publishing Limited. London 2003. • Moir, Ian. Aircraft systems - Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. Professional Engineering Publishing Limited. 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441001 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44101 Angewandte Luftfahrtsysteme II (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Schriftlich, 60 Minuten.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Präsentationsfolien
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44250 Digitaler Produktentwurf

2. Modulkürzel:	060600105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen digitale Abbilder des Produktlebenszyklus, d.h. digitale Modellierung aller Daten vom Ingenieurentwurf bis hinein in die Digitalen Fabrik, kennen und vergleichend zu bewerten. Zugehörige Paradigmen des Model-Driven Engineering und des Knowledge-based Engineering können unter dem Gesichtspunkt einer modernen Konstruktionsmethodik mit modernen Methoden des Digital Engineering diskutiert werden. Zudem ist ein Überblick auf Forschungsthemen im Digital Engineering vorhanden.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen, eine Fähigkeitsanalyse existierender wissensbasierter Lösungen, z.B. des • knowledge-based engineering in CAD-Systemen (z.B. CATIA Templates, Regeln) • model-based engineering in numerischen Tools (z.B. Matlab/ Simulink Modellierung) vergleichend zu analysieren und kritisch zu bewerten. Hierzu werden die notwendigen Grundlagen über Begriffssysteme (Ontologien) bereitgestellt: • Begriffshüllen in Entwurfssprachen • Formale Begriffsanalyse (Begriff: Inhalt, Umfang) • Vokabel- und Regelbegriff in Ontologien • Entwurfsformalisierung in Entwurfssprachen (Entwurfstransformationen, M2M, M2T) • Fertigungsformalisierung in Entwurfssprachen (Fertigungstransformationen, M2M, M2T) • Erstellung und Analyse eigener und fremder Entwurfssprachen (Satellit, Flugzeug) • Vergleich zur Informatik: (UML, SysML, Code-Generierung) und vermittelt.
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Russel, Norvik, Artificial Intelligence, Weilkins, T.: Systems Engineering with SysML/UML. Dpunkt Verlag, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442501 Vorlesung mit integrierten Übungen Digitaler Produktentwurf

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44251 Digitaler Produktentwurf (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 44300 Einführung in die Hubschraubertechnik

2. Modulkürzel:	060311107	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour
9. Dozenten:	Maged Sorour
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen die wesentlichen Grundlagen des Hubschraubersystems, seine Bauweisen, flugmechanisches Verhalten, Anwendungsgrenzen Die Studierenden sind vertraut mit dem Entwicklungsprozess eines Hubschraubers vom Vorentwurf, Lastannahmen, Anforderungen, Zulassungsvorschriften, Strukturauslegung, Festigkeitsnachweis, Materialien, Fertigung bis zum Versuch und Erprobung.
13. Inhalt:	Hubschrauberflugmechanik -Konzepte, Rotor- und Antriebssysteme. Hubschrauberlastannahmen und Zulassungsvorschriften. Hubschraubervorentwurf, Strukturauslegung und Festigkeitsnachweis. Werkstoffe, Fertigung und Flugerprobung.
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung, Ergänzende Vortragsfolien Just, W.: Einführung in die Hubschraubertechnik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443001 Vorlesung und begleitende Übungen Einführung in die Hubschraubertechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h(Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44301 Einführung in die Hubschraubertechnik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44370 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik

2. Modulkürzel:	060513103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden - kennen die Bedeutung von Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - kennen die wichtigsten Aktoren für Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - kennen die wichtigsten Sensoren und Prinzipien der Signalverarbeitung für Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - können Messkörper auf der Basis von Dehnungsmessstreifen auslegen, - können den für Strukturtests maßgeblichen Teil der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik anwenden, - können den für Strukturtests maßgeblichen Teil der Ausgleichsrechnung anwenden, - kennen die experimentellen Modalanalyse auf einfache Strukturen anwenden, - kennen die Grundlagen von Betriebslastprüfungen
13. Inhalt:	Vorlesung: - Aktoren zur Erzeugung von Prüfbelastungen, - Sensoren und ihre Messprinzipien, - Grundbegriffe des Messens - Digitalisierung von Messsignalen, - Messfehler - Dehnungsmessstreifentechnik, - Schwingungsanalyse, Schwingungsprüfung.

	Exkursion: Eintägiger Besuch eines einschlägigen Unternehmens für Strukturtests in der Luft und Raumfahrt. Laborversuch: Durchführung und Auswertung eines Versuchs zur Experimentellen Modalanlyse.
14. Literatur:	• Buxbaum, O.: Betriebsfestigkeit. 2. Aufl. Düsseldorf : Verlag Stahleisen, 1992 • Ewins, D.J.: Modal testing : theory, practice and application. 2. Aufl. Baldock Hertfordshire : Research Studies Press, 2000 • Fisz, M.: Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik. 11. Aufl. Berlin : Dt. Verl. d. Wiss., 1989 • Keil, S.: Beanspruchungsermittlung mit Dehnungsmessstreifen. Zwingenberga.d. Bergstr. : Cuneus, 1995 • Laible, M. Müller, R.K. et al.: Mechanische Größen elektrisch gemessen - Grundlagen und Beispiele zur technischen Ausführung. 5. Aufl. Renningen-Malmsheim : expert-Verlag, 2002 • Lawrence, A.: Modern inertial technology : navigation, guidance, and control. New York [u.a.] : Springer, 1993 • Matthies, H.J.: Einführung in die Ölhydraulik. 3. Aufl. Stuttgart : Teubner, 1995 • Natke, H.G.: Einführung in Theorie und Praxis der Zeitreihen- und Modalanalyse. 3. Aufl. Braunschweig Wiesbaden : Vieweg, 1992 • Tietze, U. Schenk C.: Halbleiter-Schaltungstechnik. 12. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2002 • Skript • Zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443701 Vorlesung Experimentelle Methoden der Strukturmechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit31 h, Selbststudium59 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 44371 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • 44372 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik (USL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, zahlreiche Exponate
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 44420 Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld

2. Modulkürzel:	060311103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Jan-Michael Pfaff
9. Dozenten:	Jan-Michael Pfaff
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Der Studierende erweitert die theoretisch erlernten Ansätze aus den Fächern Aerodynamik, Flugmechanik, Flugzeugentwurf und Luftfahrttechnik auf die praktische Durchführung im Bereich der Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld. Er erreicht so ein multidisziplinäres Verständnis des Gesamtsystems Flugzeug. Die Motivation dieser Veranstaltung liegt in der Problematik heutiger großer namhafter Flugzeughersteller, deren personengebundenes disziplinübergreifendes Wissen durch das Ausscheiden solcher Generalisten verloren geht und nicht zu ersetzen ist. • Die Veranstaltung wird in 8 Blockterminen abgehalten und in Zusammenarbeit mit dem DLR, Bereich Flugexperimente, Flugabteilung Oberpfaffenhofen durchgeführt. Im Rahmen des letzten Blocks wird das Erlernte in Form eines professionell durchgeführten Fluglabors praktisch erflogen, um den Studierenden mit der Nachweisführung theoretischer Anforderungen im praktischen Flugversuch vertraut zu machen. Für ein solches Labor hat das DLR eigens eine Cessna Caravan zum "Fliegenden Hörsaal umgerüstet und mit entsprechenden Überwachungsbildschirmen an jedem Sitz und Messinstrumentierungen versehen.
13. Inhalt:	Blockveranstaltung: • Einführungsblock: Einführung und Wiederholung der aerodynamischen und flugmechanischen Grundlagen • Vorlesungsblock I: Stabilitätsbetrachtungen • Vorlesungsblock II: Instrumentenkunde • Vorlesungsblock III: Grundlagen Flugleistungen • Vorlesungsblock IV: Missionsorientierte Flugzeugauslegung • Vorlesungsblock V: Umsetzung und Anwendung des Erlernten am Beispiel einer Fluglinie • Seminarblock: Vorbereitung der Versuchsdurchführungen und Auswertungen • Praktischer Laborblock: Durchführung der Messflüge
14. Literatur:	Flugleistungen (Hafer, Brüning, Sachs), Springer-Verlag

	Angewandte Flugleistung (Scheiderer), Springer-Verlag Skript zur Vorlesung in Form von ",Handouts' Weitere Unterlagen unter ILIAS
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444201 Vorlesung Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld • 444202 Seminar Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44421 Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44460 Flugzeugentwurf II

2. Modulkürzel:	060311108	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Strohmayer
9. Dozenten:	Andreas Strohmayer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Flugzeugentwurf I
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage, einen mit Vorentwurfsmitteln ausgelegten Basisentwurf iterativ zu verbessern und kennen tiefergehende Verfahren der Entwurfsbewertung. Dabei können sie neben konventionellen Entwürfen auch ausgewählte unkonventionelle Konfigurationen auslegen.
13. Inhalt:	Bewertung des Iterationsentwurfs: Hochauftrieb und Widerstand; Masse und Schwerpunkt, Flugeigenschaften und Flugleistungen, weitere Bewertungskriterien (DOC, Wartbarkeit, …) Optimierung und parametrische Analysen Unkonventionelle Konfigurationen
14. Literatur:	Foliensatz Übungsgblätter Raymer, D. P.: Aircraft design : a conceptual approach Nicolai, M.: Fundamentals of Aircraft Design Roskam, J.: Airplane Aerodynamics and Performance
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444601 Vorlesung Flugzeugentwurf II • 444602 Übung Flugzeugentwurf II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugzeugentwurf II, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Flugzeugentwurf II, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44461 Flugzeugentwurf II (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Entwurf von Luftfahrzeugen, unter besonderer Berücksichtigung der Drehflüglertechnik

Modul: 44470 Flugzeugentwurfsseminar

2. Modulkürzel:	060311104	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Ingmar Geiß
9. Dozenten:	Ingmar Geiß
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Flugzeugentwurf I
12. Lernziele:	• Studierende sind in der Lage die Grundlagen des Flugzeugentwurfes auf eine Aufgabenstellung anzuwenden. • Die Studierenden sind in der Lage einen elementaren und iterativen Flugzeugentwurfsprozess durchzuführen unter Berücksichtigung der Zusammenhänge aller in diesem Stadium relevanten Disziplinen (Aerodynamik, Struktur, Wirtschaftlichkeit). • Die Studierenden sind in der Lage sich im Team zu organisieren und die Ergebnisse zu präsentieren.
13. Inhalt:	Das Seminar weist die folgende Aufteilung auf: - Bewertung der möglichen Flugzeugkonfiguration und Auswahl der geeignetsten - Entwurfsdiagramm und Gewichtsabschätzung - Berechnung der Flugzeugaerodynamik und -Flugmechanik - Berechnung der Flugleistungen - Ermittlung der Lastannahmen und Flugzeugstruktur - Wirtschaftliche Bewertung des Flugzeugs In der Abschlussveranstaltung muss jedes Team seinen Flugzeugentwurf in einer Präsentation vorstellen. Nach der Präsentation werden die Entwürfe diskutiert. Nach der Auswertung aller Beiträge erfolgt die Auswahl des besten Entwurfs.
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444701 Flugzeugentwurfsseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 152 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44471 Flugzeugentwurfsseminar (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Die Prüfungsleistung besteht aus dem Bericht und dem Vortrag zum entworfenen Flugzeug. Dabei wird der Flugzeugentwurf in Teams durchgeführt, die aus 3 bis 4 Studierenden bestehen.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Entwurf von Luftfahrzeugen, unter besonderer Berücksichtigung der Drehflüglertechnik

Modul: 44530 Hubschrauber-Aeromechanik

2. Modulkürzel:	060110113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Manuel Keßler
9. Dozenten:	Manuel Keßler
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die wesentlichen aerodynamischen und dynamischen Effekte am Hubschrauberrotor im Schwebe- und Vorwärtsflug und haben einen Überblick gewonnen über simulative und experimentelle Möglichkeiten der Analyse und Bewertung.
13. Inhalt:	Einführung in die Hubschraubertechnik Aerodynamik des Rotors im Schwebe- und Senkrechtflug Aerodynamik des Hubschraubers im Vorwärtsflug Grundlagen der Rotordynamik Numerische Verfahren zur Berechnung der Aerodynamik Experimentelle Verfahren
14. Literatur:	Skript und Vortragsfolien "Hubschrauber-Aeromechanik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445301 Vorlesung und Übungen Hubschrauber-Aeromechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44531 Hubschrauber-Aeromechanik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik

Modul: 44540 Hubschraubertechnik

2. Modulkürzel:	060110112	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Manuel Keßler
9. Dozenten:	Manuel Keßler Maged Sorour
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen des Hubschraubersystems, seine Bauweisen, das flugmechanische Verhalten und Anwendungsgrenzen. Sie werden mit dem Entwicklungsprozess eines Hubschraubers vom Vorentwurf, Lastannahmen, Anforderungen, Zulassungsvorschriften, Strukturauslegung, Festigkeitsnachweis, Materialien, Fertigung bis zum Versuch und Erprobung vertraut gemacht. Dazu haben sie die wesentlichen aerodynamischen und dynamischen Effekte am Hubschrauberrotor im Schwebe- und Vorwärtsflug verstanden und einen Überblick gewonnen über simulative und experimentelle Möglichkeiten der Analyse und Bewertung.
13. Inhalt:	Hubschrauberflugmechanik -Konzepte, Rotor- und Antriebssysteme Lastannahmen und Zulassungsvorschriften Vorentwurf, Strukturauslegung und Festigkeitsnachweis Werkstoffe, Fertigung und Flugerprobung Aerodynamik des Rotors im Schwebe- und Senkrechtflug Aerodynamik des Hubschraubers im Vorwärtsflug Grundlagen der Rotordynamik Numerische Verfahren zur Berechnung der Aerodynamik Experimentelle Verfahren
14. Literatur:	Skripte und Vortragsfolien zu den Vorlesungen "Einführung in die Hubschraubertechnik und "Hubschrauber-Aeromechanik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445401 Vorlesung und Übungen Hubschraubertechnik • 445402 Vorlesung Hubschrauber-Aeromechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44541 Hubschraubertechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik

Modul: 44610 Kleinsatellitenentwurf

2. Modulkürzel:	060500105	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Prof. Sabine Klinkner Michael Lengowski diverse
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Studierende verfügen über das grundlegende Wissen für die Entwicklung, den Bau und die Verifikation eines Kleinsatelliten. Sie kennen die Potentiale und Grenzen kleiner Satelliten. Weiterhin verfügen die Studenten über die Fähigkeit zur Auslegung der Nutzlast und des Satellitenbusses. Dies umfasst detaillierte Kenntnisse über die Satellitenstruktur, das Thermalsystem, das Lageregelungssystem sowie die Satellitenelektronik. Die Studenten besitzen die Fähigkeit, Basissimulationen der Kleinsatellitenentwicklung eigenständig durchzuführen
13. Inhalt:	Vorlesung Kleinsatellitenentwurf: - Grundlagen der Kleinsatellitenentwicklung - Kleinsatellitenstrukturen - Entwicklung des Thermalkontrollsystems - Entwicklung des Lageregelungssystem - Elektrisches System - Kleinsatellitensysteme anhand von Satellitenbeispiele Praktikum Kleinsatellitenentwurf: - Durchführung von Machbarkeitsuntersuchen an einer gegebenen Satellitenmission - Ermittlung der Systembudgets - Grundlegende Auslegung der Nutzlast und des Satellitenbusses - Präsentation der Ergebnisse Seminar Kleinsatellitenentwurf: - Orbitanalysen von Kleinsatelliten - Thermische Analyse von Kleinsatelliten - Mechanischen Analyse von Kleinsatelliten
14. Literatur:	Skripte zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446101 Vorlesung Kleinsatellitenentwurf • 446102 Seminar Kleinsatellitenentwurf

	• 446103 Praktikum Kleinsatellitenentwurf
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kleinsatellitenentwurf, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 32 h) Kleinsatellitenentwurf, Seminar: 30 h (Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium: 16 h) Kleinsatellitenentwurf, Praktikum: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 110 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44611 Kleinsatellitenentwurf (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 Vorlesung Kleinsatellitenentwurf: schriftlich (60min) , Wichtung: 34% Seminar und Praktikum Kleinsatellitenentwurf: Projektarbeit, Wichtung 66%
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 44680 Konstruktive Aspekte von Flugzeugsystemen

2. Modulkürzel:	060311105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dennis Zink
9. Dozenten:	Carlo Sigolotto
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden erhalten einen Einblick in die Welt der Luftfahrtsystemtechnologie im zivilen und militärischen Flugzeugbau. Einen Schwerpunkt bilden dabei die Hauptsysteme Flugsteuerungsanlagen, Kraftstoffsysteme und Bordelektrik. Es werden aber auch Themen anderer Systemkapitel behandelt. Inhaltlich werden ausgehend von den Systemanforderungen, die Auslegungs-philosophie sowie die Systemausführungen und –funktionen im Detail erläutert. In diesem Zusammenhang werden historische, klassische und moderne heutige Systemanwendungen aufgezeigt, erklärt und einander gegenübergestellt. Darüber hinaus wird besonderen Wert auf die Vermittlung von aktuellen Trends und Tendenzen in der Luftfahrtentwicklungstechnologie der modernen Verkehrsfliegerei gelegt. Die studierenden werden damit in die Lage versetzt die Flugzeugsysteme in ihrer systemtechnischen Komplexität und in ihrer funktionalen und konstruktiven Auslegung zu verstehen, sie zu beurteilen sowie darauf aufbauend anforderungs-gerecht weiterzuentwickeln.
13. Inhalt:	Schwerpunktskapitel - Flugsteuerungsanlagen - Kraftstoffsysteme - Bordelektrik Ergänzungsthemen - Klimatisierungs- und Kabinenbedruckungssystem - Verglasung von Luftfahrtzeugen - Flugzeughydraulik - Beleuchtungssysteme
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung | Lecture Notes basierend auf dem eigenen Erfahrungshintergrund aus verschiedenen Entwicklungs-aufgaben im zivilen und milittärischen Flugzeugbau bei DORNIER, EADS und AIRBUS und gestützt auf klassische und aktuelle internationale Literatur der modernen Flugzeugsystemtechnologie. | Based on personal experience and background of diverse developments in civil and military aerospace applications at aircraft companies such as DORNIER, EADS und AIRBUS and

	supported by conventional and advanced international state of the art literature in aerospace system technology.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446801 Vorlesung Konstruktive Aspekte von Flugzeugsystemen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44681 Konstruktive Aspekte von Flugzeugsystemen (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44720 Lastannahmen

2. Modulkürzel:	060311102	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Joachim Greiner
9. Dozenten:	Andreas Strohmayer Joachim Greiner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden können die Bauvorschriften interpretieren und die entsprechenden Lastfälle definieren. Darauf aufbauend sind sie in der Lage Belastungsfälle für Luftfahrzeuge zu berechnen, die durch Manöver und Böen hervorgerufen werden.
13. Inhalt:	Gesetze und Bauvorschriften für Luftfahrzeuge Kräfte und Momente am Flugzeug Fluglasten o Lasten im Horizontalflug, symmetrische Lasten oUnsymmetrische Belastungen o Lasten durch Ruderausschläge (Betätigungslasten) o Böenlasten Bodenbelastungen
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Übungsblätter im ILIAS Begleitbuch: Niu, M. C. Y.: Airframe Structural Design, Commilit Press Ltd., Hongkong, 1988
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447201 Vorlesung Lastannahmen I+II • 447202 Übung Lastannahmen I+II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Lastannahmen I+II, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Lastannahmen I+II, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44721 Lastannahmen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44730 Leichtbau I

2. Modulkürzel:	060310103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour
9. Dozenten:	Maged Sorour Peter Middendorf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Leichtbau I, II --> Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten wissen die wesentlichen Grundlagen des Leichtbaus, Leichtbaumethoden, Leichtbauwerkstoffe sowie moderne Werkstoffsysteme. Die Studierenden werden mit dem Entwurf und Auslegung einzelner Strukturelemente im Bereich der Festigkeit, Steifigkeit vertraut gemacht. Die wichtigsten strukturmechanischen Auslegungsmethoden und Theorien werden dabei anhand realer Flugzeugstrukturen angewendet und praktiziert.
13. Inhalt:	Kriterien der Leichtbaukonstruktionen, Leichtbaumethoden, Entwurfsphilosophien, Systematik und Gestaltung von Leichtbaukonstruktionen, Berechnungsmethoden, Gestaltleichtbau und geometrische Kenngrößen von Strukturkomponenten, Werkstoffleichtbau und moderne Werkstoffsysteme, Strukturelemente, Zugelemente, Biegeelemente.
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Wiedemann, J.: Leichtbau
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447301 Vorlesung und begleitende Übungen Leichtbau I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44731 Leichtbau I (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Flugzeugbau

Modul: 44740 Leichtbau I, II

2. Modulkürzel:	060310102	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour
9. Dozenten:	Maged Sorour Peter Middendorf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden wissen die wesentlichen Grundlagen des Leichtbaus, Leichtbaumethoden, Leichtbauwerkstoffe sowie moderne Werkstoffsysteme. Die Studierenden werden mit dem Entwurf und der Auslegung einzelner Strukturelemente im Bereich der Festigkeit, Steifigkeit und Stabilität vertraut gemacht. Die wichtigsten strukturmechanischen Auslegungsmethoden und Theorien werden dabei anhand realer Flugzeugstrukturen angewendet und praktiziert.
13. Inhalt:	Kriterien der Leichtbaukonstruktionen, Leichtbaumethoden, Entwurfsphilosophien, Systematik und Gestaltung von Leichtbaukonstruktionen, Berechnungsmethoden, Gestaltleichtbau und geometrische Kenngrößen von Strukturkomponenten, Werkstoffleichtbau und moderne Werkstoffsysteme, Strukturelemente, Zugelemente, Biegeelemente, Druckelemente, Schub- und Zugfelder, Sandwichstrukturen, Überlagerungen und Krafteinleitung.
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Wiedemann, J.: Leichtbau Kossira, H.: Leichtbau
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447401 Vorlesung und begleitende Übungen Leichtbau I, II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44741 Leichtbau I, II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44770 Leichtbauseminar

2. Modulkürzel:	060310111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Johannes Schwingel
9. Dozenten:	Johannes Schwingel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• 44730 Leichtbau I
12. Lernziele:	Nach erfolgreichem Beenden des Moduls sind die Studierenden in der Lage, einfache Probleme auf Basis der FEM zu lösen. Dazu gehören die Berechnung einfacher statischer Lastfälle für Metall- und Composite - Bauteile und die Bauteiloptimierung auf Basis der FEM.
13. Inhalt:	• Klassische Laminattheorie • Finite Elemente Methode • Auslegung von FVK-Strukturen • Topologieoptimierung
14. Literatur:	Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden - Helmut Schürmann
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447701 Vorlesung und Seminar Leichtbauseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Leichtbauseminar, Seminar: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44771 Leichtbauseminar (BSL) (BSL), Schriftlich und Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1 - 44771 Leichtbauseminar, benotete Studienleistung (BSL), Schriftlich und Mündlich, 45Min, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44990 Profilentwurf

2. Modulkürzel:	060110141	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Thorsten Lutz
9. Dozenten:	Thorsten Lutz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Besuch der Lehrveranstaltungen des Moduls "Aerodynamik und Flugzeugentwurf I" (060101001)
12. Lernziele:	• Die Studierenden können Profilpolaren lesen und interpretieren und kennen den Einfluss wesentlicher geometrischer und aerodynamischer Parameter auf die Polaren. • Sie wissen wie sich durch Änderungen der Druckverteilung am Profil die aerodynamischen Eigenschaften beeinflussen lassen, zum Beispiel im Hinblick auf die Laminarhaltung oder die Vermeidung von Ablösungen. • Sie kennen die wesentlichen Grundlagen und Anwendungsgrenzen eines Programms zum inversen Entwurf von Profilen und können das Programm zur zielgerichteten Entwicklung von Profilen für vorgegebene Aufgaben anwenden.
13. Inhalt:	• Reibungsfreie und reibungsbehaftete Profilumströmung • Lesen und Interpretieren von Profilpolaren • Laminare und turbulente Profilgrenzschichten, Grenzschichtumschlag, laminare Ablöseblasen • Grundlagen und Anwendung eines Profilentwurfsprogramms • Auslegung von Laminarprofilen durch Gestaltung der Druckverteilung (laminarer Profilteil, Hauptdruckanstieg, Umschlagsrampen, Abbau von Saugspitzen)
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Profilentwurfsprogramm R. Eppler: Airfoil design and data
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449904 Individuelle Anleitung zum Profilentwurf • 449903 Seminar Profilentwurf • 449902 Gruppenübung Profilentwurf • 449901 Vorlesung Profilentwurf
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Profilentwurf, Vorlesung: 32 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 18 h) Profilentwurf, Gruppenübungen: 12 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 5 h) Profilentwurf, Seminar: 46 h (Präsenzzeit 21 h, Selbststudium 25 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 58 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44991 Profilentwurf (BSL), Sonstige, 20 Min., Gewichtung: 1

	benoteter Seminarvortrag (20 Minuten)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Programmanwendungen
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 45290 Tragflügelaerodynamik

2. Modulkürzel:	060110142	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Thorsten Lutz
9. Dozenten:	Thorsten Lutz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Besuch der Lehrveranstaltungen des Moduls "Aerodynamik und Flugzeugentwurf I" (060101001)
12. Lernziele:	Flugzeugaerodynamik II • Die Studierenden kennen die Grundlagen und Anwendungsgrenzen von aerodynamischen Berechnungsmethoden, die im Vorentwurf und für Lastannahmen einsetzbar sind und können entsprechende Programme für Entwurfszwecke einsetzen. • Die Studierenden verstehen den Einfluss der Pfeilung auf die aerodynamischen Eigenschaften von Tragflügeln in allen Mach-Zahl Bereichen und können die Wahl der Pfeilung bei Verkehrsflugzeugen und Überschallflugzeugen nachvollziehen. • Sie können die zu erwartenden aerodynamischen Effekte bei Überschall-Tragflügeln ohne aufwändige Rechnung abschätzen und sind so in der Lage die Ergebnisse numerischer Simulationen zu bewerten. • Sie kennen komplexe aerodynamische Effekte (Instationarität, Interferenzeffekte, nichtlineare Effekte) und den Einfluss auf die aerodynamischen Eigenschaften.
13. Inhalt:	Flugzeugaerodynamik II • Erweitertes Traglinienverfahren • Weissinger-Verfahren und Anwendungen • Wirbelleiterverfahren und Anwendungen • Nichtlineare Aerodynamik, Flügel kleiner Streckung, Deltaflügel • Prinzip der Unabhängigkeit • Pfeilungseffekte bei subsonischer, transsonischer und supersonischer Strömung • Supersonische Flügelumströmung • Interferenzeffekte • Grundzüge der instationären Strömung
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Übungsgblätter Graphisch interaktives Programm "AERO Anderson, J.D.: Fundamentals of Aerodynamics Anderson, J.D.: Modern Compressible Flow

	Schlichting, Truckenbrodt: Aerodynamik des Flugzeuges
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452901 Vorlesung Flugzeugaerodynamik II • 452902 Übung Flugzeugaerodynamik II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugzeugaerodynamik II, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h) Flugzeugaerodynamik II, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45291 Tragflügelaerodynamik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Programmanwendungen
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 45300 Tragwerksoptimierung

2. Modulkürzel:	069901107	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I - III, Höhere Mathematik I - III
12. Lernziele:	Die Studierenden - können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik strukturieren und adäquat beschreiben, und zwar einschließlich Mehrzielkriterien, - können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik klassifizieren, - besitzen einen Überblick über die Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, - können einfache Optimierungsprobleme ohne und mit Randbedingungen analytisch lösen, - kennen die wesentlichen Grundlagen numerischer Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, - können zwei typische numerische Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik anwenden, - kennen das Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren in der Strukturmechanik.
13. Inhalt:	- Einführung und Motivation, - Klassifikationsmerkmale für Optimierungsprobleme, - mathematische Beschreibung tragwerkstypischer Optimierungsprobleme, - allgemeines Vorgehen beim Optimalentwurf, - analytische Optimierungsverfahren, - numerische Verfahren für tragwerkstypische Optimierungsprobleme, (insbes. Liniensuch-, Straffunktions-, duales Lösungsverfahren), - Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren.
14. Literatur:	- Arora, J.S.: Introduction to optimum design. 2 Aufl. Amsterdam/... : Elsevier Academic Press, 2004. - Baier, H. , Seeßelberg, C. , Specht, B.: Optimierung in der Strukturmechanik. Braunschweig, Wiesbaden : Vieweg, 1994. - Kirsch, U.: Structural Optimization. Berlin/... : Springer, 1993. - Papageorgiou, M.:

	Optimierung : statische, dynamische, stochastische Verfahren für die Anwendung. 2. Aufl. München , Wien : Oldenbourg, 1996. - Pardalos, P.M. , Resende, M.G.C. (Hrsg.): Handbook of applied optimization. Oxford , Berlin : Oxford University Press, 2002. - Skript.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453001 Vorlesung Tragwerksoptimierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45301 Tragwerksoptimierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	[48710] Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 45390 Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060310106	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Yves Klett
9. Dozenten:	Peter Middendorf Yves Klett
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die in der Luft- und Raumfahrt eingesetzten Materialien und Fertigungsvefahren kennen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Faserverbund- und Leichtmetallwerkstoffen, additiven Herstellungsverfahren, Kleben sowie auf Sandwich-Technologien. Die Studierenden lernen Vor- und Nachteile sowie praxisorientierte Auswahlkriterien kennen, die über einen optimierten Werkstoffeinsatz entscheiden und werden in die Lage versetzt, eine solche Auswahl selbst zu treffen.
13. Inhalt:	• Faserverbundwerkstoffe • Verstärkungsfasern und Matrixsysteme • Textile Herstellungsverfahren • Sandwichwerkstoffe • Leichtmetalle • Multifunktionale Werkstoffe • Kleben • Schweißen • Korrosion und Oberflächenbehandlung
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Schürmann, H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff- Verbunden Ashby, M.: Materials selection in mechanical design
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453901 Vorlesung Werkstoffe und Fertigungsverfahren im Flugzeugbau
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45391 Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Präsentationen und Vortrage von ReferentInnen aus Forschung und Industrie.
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 45680 Optimale Tragwerksauslegung

2. Modulkürzel:	069901120	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I - III, Höhere Mathematik I - III, Einführung in die Finite Elemente Methode
12. Lernziele:	**Tragwerksoptimierung** Die Studierenden • können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik strukturieren und adäquat beschreiben, und zwar einschließlich Mehrzielkriterien, • können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik klassifizieren, • besitzen einen Überblick über die Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, • können einfache Optimierungsprobleme ohne und mit Randbedingungen analytisch lösen, • kennen die wesentlichen Grundlagen numerischer Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, • können zwei typische numerische Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik anwenden, • kennen das Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren in der Strukturmechanik. **Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung** Die Studierenden • sind mit der Quantifizierung von streuenden Daten vertraut und wissen über ihre Bedeutung für das Verhalten von Tragwerken sowie für das Ergebnis von technologischen Prozessen. • Sie beherrschen analytische und synthetische Methoden zur Berechnung des stochastischen Tragwerksverhaltens bei gegebenen Eingangsdaten für - Elastische Tragwerke - Große Verschiebungen - Elastisch-plastische Tragwerke

- Nichtlineare Dynamik
- Inelastische Formänderungsprozesse

- Sie wissen über die Optimierung von Tragwerken sowie Prozessen bei stochastischem Verhalten, sind mit der Robustheit gegenüber streuenden Konditionen vertraut und können entsprechende Auslegungsverfahren einsetzen.
- Sie sind in der Lage, die Bedeutung der Eingangsdaten sowie die Eignung des Systems für robuste Auslegung zu beurteilen.
- Sie beherrschen die Begriffe der Zuverlässigkeit und Lebensdauer, kennen Verfahren zur Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeit von Bauteilen (analytische Verfahren erster- und zweiter Ordnung sowie Synthese stochastischer Simulation).
- Sie können auf einevorgegebene Ausfallwahrscheinlichkeit hin optimieren und dieZuverlässigkeit von Tragsystemen abschätzen im Serien- Parallel- oder Standby- Modus.
- Sie sind mit den Begriffen der stochastischen Feldgrößen bzw. stochastischen Prozessen vertraut und wissen diese zu charakterisieren.
- Sie lernen durchweg, der Streuung mittels analytischer Approximation sowie alternativ durch stochastische Monte Carlo Simulation Rechnung zu tragen.

13. Inhalt:

Tragwerksoptimierung

- Einführung und Motivation
- Klassifikationsmerkmale für Optimierungsprobleme
- mathematische Beschreibung tragwerkstypischer
- Optimierungsprobleme
- allgemeines Vorgehen beim Optimalentwurf
- analytische Optimierungsverfahren
- numerische Verfahren für tragwerkstypische Optimierungsprobleme (insbes. Liniensuch-, Straffunktions-, duales Lösungsverfahren)
- Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren

Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung

- Streuung und Charakterisierung
- Stochastische Tragwerksanalyse mittels Taylorreihe
- elastisch, nichtlinear, plastisch, nichtlineare Dynamik
- Optimale Auslegung - Robustheit
- Monte Carlo Verfahren - Tragwerksanalyse und Entwurfsertüchtigung
- Zuverlässigkeit - Systeme und Bauteile, analytische Approximation, stochastische Simulation, Optimierung und Zuverlässigkeit
- zeitabhängige Phänomene - stochastische Prozesse und -Felder, Lebensdauer
- Inelastische Formänderungsprozesse - Signifikanz der Eingangsstreuung,numerische Analyse, optimale Auslegung

14. Literatur:

- Arora, J.S.: Introduction to optimum design. 2 Aufl. Amsterdam/... : Elsevier Academic Press, 2004.
- Baier, H. , Seeßelberg, C. , Specht, B.: Optimierung in der Strukturmechanik. Braunschweig , Wiesbaden : Vieweg, 1994.
- Kirsch, U.: Structural Optimization. Berlin/, : Springer, 1993.

	- Papageorgiou, M.: Optimierung : statische, dynamische, stochastische Verfahren für die Anwendung. 2. Aufl. München, Wien : Oldenbourg, 1996. - Pardalos, P.M. , Resende, M.G.C. (Hrsg.): Handbook of applied optimization. Oxford , Berlin : Oxford University Press, 2002. - Skript. - Ioannis Doltsinis, Stochastic Methods in Engineering, WIT Press Southampton 2012. - Ergänzende und zusammenfassende Vortragsfolien.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 456801 Vorlesung Tragwerksoptimierung • 456802 Vorlesung Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesungen
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45681 Optimale Tragwerksauslegung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 48680 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua

2. Modulkürzel:	060600108	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundzüge der Elastostatik, Finite Elemente
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit den Eigenheiten elastisch-plastischen Verhaltens metallischer Werkstoffe bei monotoner wie auch bei wechselnder Beanspruchung vertraut, und kennen die mathematischen Ansätze zu dessen Beschreibung. Sie wissen, die Festigkeitsreserven der plastischen Verformung bei der Bauteildimensionierung einzuschätzen. Sie kennen die grundlegenden Verfahren zur Lösung elastisch-plastischer Probleme und sind in der Lage in bestimmten Fällen analytische Ansätze zu erarbeiten. Sie sind vertraut mit der Tragfähigkeit elastisch-plastischer Systeme und beherrschen die Methoden zu deren Abschätzung bzw. Eingrenzung. Sie wissen über Versagen bzw. Anpassung des Tragwerks bei wechselnder Belastung Bescheid und können die Bedingungen für einen sicheren Einsatz festlegen. Sie beherrschen die grundlegenden Algorithmen elastisch-plastischer Berechnungen mit finiten Elementen, können das numerische Verhalten der Lösung wie Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit ergründen und interpretieren. Ebenso die numerische Lösung mit Hilfe des vermittelten theoretischen Hintergrunds. Sie kennen den Einfluss der Temperatur sowie der Zeit bei Werkstoffen mit viskosen Komponenten (Kriechen). Sie wissen über die Signifikanz von endlichen Formänderungen für die Bauteilstabilität. Sie sind mit der Modellierung von inelastischen Prozessen und mit deren numerischen Behandlung vertraut.
13. Inhalt:	• Stoffverhalten und mathematische Ansätze • Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua - Lösungsmethoden, Fallstudien • Tragfähigkeit und ihre Abschätzung - Traglasttheoreme • Wechselbelastung - Theorie der Anpassung • Numerische Berechnungsverfahren - Algorithmen, numerisches Verhalten

	• Einfluss von Temperatur und Zeit • Signifikanz endlicher Formänderungen - Bauteilstabilität • Modellierung und Simulation inelastischer Prozesse
14. Literatur:	Ioannis Doltsinis, Elements of Plasticity - Theory and Computation, WIT Press Southampton 2000, 2nd edition 2010. Ioannis Doltsinis, Large Deformation Processes of Solids, WIT Press Southampton 2004. Zusammenfassende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486801 Vorlesung und Übung Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 26 h, Selbststudium 64 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48681 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, Powerpoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 48710 Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung

2. Modulkürzel:	069901121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Tragwerksanalyse, Finite Elemente, Tragwerksoptimierung
12. Lernziele:	Die Studierenden • sind mit der Quantifizierung von streuenden Daten vertraut und wissen über ihre Bedeutung für das Verhalten von Tragwerken sowie für das Ergebnis von technologischen Prozessen. • Sie beherrschen analytische und synthetische Methoden zur Berechnung des stochastischen Tragwerksverhaltens bei gegebenen Eingangsdaten für - Elastische Tragwerke - Große Verschiebungen, - Elastisch-plastische Tragwerke, - Nichtlineare Dynamik, - Inelastische Formänderungsprozesse. • Sie wissen über die Optimierung von Tragwerken sowie Prozessen bei stochastischem Verhalten, sind mit der Robustheit gegenüber streuenden Konditionen vertraut und können entsprechende Auslegungsverfahren einsetzen. Sie sind in der Lage, die Bedeutung der Eingangsdaten sowie die Eignung des Systems für robuste Auslegung zu beurteilen. Sie beherrschen die Begriffe der Zuverlässigkeit und Lebensdauer, kennen Verfahren zur Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeit von Bauteilen (analytische Verfahren erster- und zweiter Ordnung sowie Synthese stochastischer Simulation). Sie können auf eine vorgegebene Ausfallwahrscheinlichkeit hin optimieren und die Zuverlässigkeit von Tragsystemen abschätzen - im Serien- Parallel- oder Standby-Modus. • Sie sind mit den Begriffen der stochastischen Feldgrößen bzw. stochastischen Prozessen vertraut und wissen diese zu charakterisieren. • Sie lernen durchweg, der Streuung mittels analytischer Approximation sowie alternativ durch stochastische Monte Carlo Simulation Rechnung zu tragen.
13. Inhalt:	• Streuung und Charakterisierung • Stochastische Tragwerksanalyse mittels Taylorreihe - elastisch, nichtlinear, plastisch, nichtlineare Dynamik • Optimale Auslegung - Robustheit • Monte Carlo Verfahren - Tragwerksanalyse und Entwurfsertüchtigung

	• Zuverlässigkeit - Systeme und Bauteile, analytische Approximation, stochastische Simulation, Optimierung und Zuverlässigkeit • Zeitabhängige Phänomene - stochastische Prozesse und -Felder, Lebensdauer • Inelastische Formänderungsprozesse - Signifikanz der Eingangsstreuung, numerische Analyse, optimale Auslegung
14. Literatur:	Ioannis Doltsinis, Stochastic Methods in Engineering, WIT Press Southampton 2012. Ergänzende und zusammenfassende Vortragsfolien.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 487101 Vorlesung und Übung Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48711 Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 49610 Modellbildung für Finite Elemente I + II

2. Modulkürzel:	060600122	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Ernst Schrem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente
12. Lernziele:	Die Studierenden haben ihre Grundlagenkenntnisse durch anwendungsorientierte Kenntnisse erweitert, dies befähigt sie zum praktischen Einsatz der Methode der Finiten Elemente. Dies im Besonderen bei der linearelastischen Berechnung von Bauteilen und Tragwerken: Lastabtragung, Verformungen (Steifigkeit), Festigkeit (Spannungen), Eigenschwingungen (Dynamik). Die Studierenden können damit konstruktionsbegleitende Berechnungen durchführen, die immer größere Bedeutung erlangt gegenüber der reinen Nachrechnung bereits festgelegter Konstruktionen. Sie können z.B. als Berechnungsingenieur als Partner des Konstrukteurs von Anfang an im Konstruktionsprozeß unterstützen. Sie können dabei bereits in einer sehr frühen Phase durch die Modellierung, Berechnung und Bewertung von Zwischenlösungen einen wesentlichen Beitrag zur effizienten Produktentwicklung und zu besonders hochwertigen Ergebnissen liefern.
13. Inhalt:	Teil I: Grundlagen der Modellbildung, Kontinua und Diskrete Systeme, Element-Netze, Festlegung der Systemgrenze, Lagerung, Diskretisierung der Belastung, Darstellung und Interpretation der Spannungsfelder. Teil II: Diskrete mechanische Systeme, lineare Kinematik, Gleichgewichtskräftesysteme und Kraftfluss im Inneren, Aufbau und Lösung der Systemgleichungen der Statik und Dynamik, Voraussetzungen für Modellvereinfachungen, elastomechanischer Kontakt, redundante Freiheitsgrade.
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript, E. Schrem: Diskrete Mechanische Systeme (als pdf)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496101 Vorlesung Modellbildung für Finite Elemente I + II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49611 Modellbildung für Finite Elemente I + II (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49620 Modellbildung für Finite Elemente I

2. Modulkürzel:	060600121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Ernst Schrem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente
12. Lernziele:	Die in den Basiskursen vermittelten Grundlagen werden durch anwendungsorientierte Kenntnisse erweitert, welche beim praktischen Einsatz der Methode der Finiten Elemente benötigt werden. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der linearelastischen Berechnung von Bauteilen und Tragwerken: Lastabtragung, Verformungen (Steifigkeit), Festigkeit (Spannungen), Eigenschwingungen (Dynamik). Die Studierenden können im Besonderen dabei die konstruktionsbegleitende Berechnung berücksichtigen, die immer größere Bedeutung erlangt gegenüber der reinen Nachrechnung bereits festgelegter Konstruktionen. Hier ist der Berechnungsingenieur als Partner des Konstrukteurs von Anfang an in den Konstruktionsprozeß eingebunden. Er kann dabei bereits in einer sehr frühen Phase durch die Modellierung, Berechnung und Bewertung von Zwischenlösungen einen wesentlichen Beitrag zur effizienten Produktentwicklung und zu besonders hochwertigen Ergebnissen liefern.
13. Inhalt:	Teil I: Grundlagen der Modellbildung, Kontinua und Diskrete Systeme, Element-Netze, Festlegung der Systemgrenze, Lagerung, Diskretisierung der Belastung, Darstellung und Interpretation der Spannungsfelder.
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript, E. Schrem: Diskrete Mechanische Systeme (als pdf)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496201 Vorlesung Modellbildung für Finite Elemente I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49621 Modellbildung für Finite Elemente I (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49630 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden

2. Modulkürzel:	060600113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	André Haufe
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vertiefte Kenntnisse in Mechanik und Statik
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit den Simulationsmethoden zur Abbildung strukturmechanischer Prozesse in der Kurzzeitdynamik vertraut. Sie können die Unterschiede zur impliziten zeitintegrationsverfahren aufzeigen und die speziellen Anwendungen und Anforderungen im industriellen Einsatz diskutieren. Sich hieraus ergebende Anforderungen an die Modellbildung (Werkstoffmodelle, diverse Diskretisierungen, Verifikation und Validierung von Modellen) sind den Studenten bekannt. Der Einfluss von Diskretisierungsgrößen wie z.B. Zeitschrittgröße oder Elementgröße auf die Qualität und Belastbarkeit von Berechnungsergebnisse sind verstanden. Die Studierenden kennen die Anforderungen an die Simulation aus Industriesicht.
13. Inhalt:	• Einführung und Übersicht aktueller Anwendungen für explizite Zeitintegrationsverfahren in der FEM • Zeitintegration und Diskretisierung mit Finiten Elementen / Unterschiede zu Impliziten Verfahren • Effekte materieller Nichtlinearitäten der FEM im Industrieeinsatz • Gebräuchliche Materialformulierungen und Implementierung • Modelltechnik und -aufbau großer Impaktmodelle (z.B. Crashmodelle) • Fluid-Struktur-Interaktion für explizite Zeitintegration (Airbag-Entfaltung) • Validierung und Verifikation von Berechnungsmodellen in der Industriepraxis

14. Literatur:	Belytschko, T., Liu, W.K., Moran, B.: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Jpohn Wiley und Sons, LTD, ISBN 0-471-98773-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496301 Vorlesung Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49631 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49670 Seminar Angewandte Finite Elemente

2. Modulkürzel:	060600112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	Tim Ricken
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Einführung in die Finite Elemente Methode
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Finite Elemente Methode (FEM) als Werkzeug zur näherungsweisen Berechnung von nichtlinearen mechanischen Randwertproblemen. Ausgehend von der Vorgehensweise bei linearen Berechnungen kennen die Studierenden die Bedeutung von geometrischen und physikalischen Nichtlinearitäten. Weiter können die Studierenden diese Randwertprobleme in eine kommerzielle Software übertragen sowie die Berechnungsergebnisse interpretieren.
13. Inhalt:	FE-Berechnungsprogramme dienen zur Ermittlung von Spannungs- und Verzerrungszuständen räumlicher Systeme. Bedingt durch ihr großes Anwendungsspektrum ist die Verwendung von kommerziellen FE-Berechnungsprogrammen, wie z.B. Ansys und Abaqus, unter Ingenieuren weit verbreitet. In den letzten Jahren wurden diese Programme stetig erweitert, sodass auch nichtlineare und gekoppelte Probleme mit ihnen berechnet werden können. Die gestiegene Komplexität der Programme führt jedoch zu einer größeren Anfälligkeit gegenüber Bedienungsfehler, welche in der Praxis zu fatalen Fehleinschätzungen führen können. Die Veranstaltung zeigt einerseits die Möglichkeiten moderner nichtlinearer Finite-Element Berechnungsprogramme auf und macht andererseits den Studierenden auf Sensibilitäten aufmerksam. Im Einzelnen werden folgende Themen angesprochen: • Grundlagen der nichtlinearen FEM • Diskretisierung und Berechnung von nichtlinearen räumlichen Systemen • Geometrische nichtlineare Berechnungen (Strukturnichtlinearitäten) • Physikalische nichtlineare Berechnungen (nichtlineare Materialgesetze) • Dynamische Analyse • Kontaktprobleme

14. Literatur:	Vortragsfolien + Übungsaufgaben
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496701 Seminar Angewandte Finite Elemente
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 120 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49671 Seminar Angewandte Finite Elemente (PL), Schriftlich und Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 Die Prüfung besteht aus einer Hausarbeit und einer mündlichen Prüfung (30 Min.).
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Visualizer, PowerPoint, PC
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 57160 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060513111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten Kriterien und Grenzen für die Modellbildung in der Strukturdynamik, • können Freiheitsgrade und kinematische Bindungen identifizieren und in unterschiedlichen Koordinatensystemen beschreiben, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Mehrkörper-Systeme aufstellen, linearisieren und lösen, • können die Bewegungsgleichungen eindimensionaler Kontinua aufstellen und lösen, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen und lösen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit einem Freiheitsgrad berechnen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit mehreren Freiheitsgraden berechnen, • kennen das Verfahren der Modalanalyse mit und ohne Dämpfung,

	• besitzen Grundkenntnisse für den Umgang mit einfachen dynamischen Finite-Elemente-Modellen.
13. Inhalt:	**Veranstaltung Dynamik I:** - Modellierung, Freiheitsgrade und Kinematik bei Mehrkörpersystemen, - Prinzip von d' Alembert, Prinzip der virtuellen Verschiebungen in der Dynamik, - Aufstellung von Bewegungsgleichungen bei Mehrkörpersystemen, - Linearisierung von Bewegungsgleichungen, - Einheitsverschiebungsgesetz in der Dynamik, - Lineare Systeme mit einem Freiheitsgrad, - Freie und erzwungene gedämpfte Schwingungen (harmon., period-, stoßartige Erregung). **Veranstaltung Dynamik II:** - Eigenwertanalyse bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - freie und erzwungene Schwingungen bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - starre Bewegungsmöglichkeiten, - Modalanalyse, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua und deren analytische Lösung, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua mit Finite-Elemente-Modellen, - Dehnstab, Biegestab, Torsionsstab.
14. Literatur:	• Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer, 2002 • Hamel, G.: Theoretische Mechanik. Berlin [u.a.] : Springer, 1978 • Hagedorn, P. , Otterbein, S.: Technische Schwingungslehre. Band 1. Berlin , Heidelberg : Springer, 1987 • Hagedorn, P.: Technische Schwingungslehre. Band 2, Berlin , Heidelberg : Springer, 1989 • Schiehlen, W. , Eberhard, P.: Technische Dynamik. 2. Aufl. Stuttgart [u.a.] : Teubner, 2004 • Skript • zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571601 Vorlesung Dynamik 1 • 571602 Vorlesung Dynamik 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dynamik I, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Dynamik II, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57161 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 80 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Mechanische Systeme
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, kleine Experimente
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 57170 Einführung in die Finite Elemente Methode

2. Modulkürzel:	069901110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I - III, Höhere Mathematik I - III
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten theoretischen Grundlagen zur Modellierung mechanischer Strukturen mit Finiten Elementen, • können die Gleichgewichtsbedingungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen, lösen und auswerten.
13. Inhalt:	- Grundlagen und Anwendungen von Finite-Elemente-Modellen, - Stab-, Balken- und Stab-Balken-Element, - Thermische Lasten und Vorspannung, - Elemente aus Mehrkörpersystemen, - Koordinatentransformationen bei Finiten Elementen, - Zusammenstellung von Gesamtmodellen, - Nachlaufrechnung.
14. Literatur:	Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer, 2002. Munz, C.-D., Westermann, T.: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen. 2. Aufl. Dordrecht [u.a.]: Springer, 2009. Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L.: The finite element method for solid and structural mechanics. 6. Aufl., Nachdruck. Amsterdam [u.a.]: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006. Skript. Zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571701 Vorlesung Einführung in die Finite-Elemente-Methode
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung mit Übungen

17. Prüfungsnummer/n und -name:	57171 Einführung in die Finite Elemente Methode (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1 Schriftliche Prüfung, 45 Min.
18. Grundlage für ... :	Alle folgenden Veranstaltungen zu Finiten Elementen.
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 71780 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060400403	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik		
12. Lernziele:	Die Studierenden ... kennen die technische Bedeutung mechanischer Schwingungen in der Luft- und Raumfahrttechnik. ... können mathematische Modelle für die Schwingungen einfacher Mehrkörpersysteme bilden. ... kennen die wesentlichen Erscheinungen der Strukturdynamik (insbes. Resonanz, Tilgung, dyn. Instabilität). ... können die Eigenschwingungen mechanischer Systeme berechnen und können deren besondere Eigenschaften für die Behandlung von Schwingungsproblemen ausnutzen. ... kennen die möglichen Auswirkungen von Dämpfungs-, Kreisel- und zirkulatorischen Kräften, sowie von Nichtlinearitäten. ... haben einen Überblick über die räumlich kontinuierliche und diskretisierte Beschreibung mechanischer Strukturen.		

13. Inhalt:	Motiviert anhand praxisnaher Fragestellungen werden die grundlegenden Vorgehensweisen der Strukturdynamik behandelt. Die wichtigsten Schwingungserscheinungen werden für ausgewählte Fallbeispiele analytisch erarbeitet und auf allgemeinere Systeme übertragen. Zur Veranschaulichung dienen passende Kurzvideos und kleine Versuche. Matlab-Programme zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente zu festigen. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • Vorgehensweisen zum systematischen Aufstellen von Bewegungsgleichungen mechanischer Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden. • Linearisierung von Bewegungsgleichungen, statische und dynamische Stabilität. • Freie und erzwungene Schwingungen linearer mechanischer Systeme • Berechnung von Eigenmoden von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden sowie einfacher Kontinua, modale Vorgehensweise zur Berechnung von Schwingungen. • Überblick zu den Vorgehensweisen der Diskretisierung, der Modellordnungsreduktion und der dynamischen Substrukturtechnik. • Kurze Einführung in die nichtlineare Strukturdynamik.
14. Literatur:	Aufschriebe, Folien, Matlab-Beispiele weiterführende Literatur: R. Gasch, K. Knothe, R. Liebich: Strukturdynamik, 2012 K. Magnus, K. Popp, W. Sextro: Schwingungen, Springer, 2013 R.R. Craig, A.J. Kurdila: Fundamentals of Strucutral Dynamics, Wiley, 2006
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717801 Vorlesung Strukturdynamik • 717802 Übung Strukturdynamik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h) Übung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71781 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 72310 Roverentwicklung für Explorationsaufgaben

2. Modulkürzel:	060500204	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Sabine Klinkner Moritz Nitz Ariane Exle
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Die Teilnahme am Praktikum im Wintersemester ist nur nach Durchführung der Phase-A Studie im Rahmen der Veranstaltung "Roversystemtechnik" im Sommer- semester möglich. Der Besuch der Vorlesung Raumfahrt (Bachelor) wird empfohlen, der Besuch der Vorlesungen des Mastermoduls Raumfahrttechnik I wäre hilfreich. Das Modul Elektronik und Mikrocontroller für Luft- und Raumfahrtanwendungen wird als Grundlage sehr empfohlen.
12. Lernziele:	Die Studierenden erhalten das grundlegende Wissen über Raumfahrtrobotik und die Entwicklung eines Rovers für Explorationsaufgaben. Durch die Ausarbeitung einer Phase-A Studie sind die Studenten in der Lage, ein grundlegendes Roversystem mit relevanten Subsystemen für eine ausgewählte Mission (selbstständig) zu konzipieren. Mithilfe des Praktikums sind sie darüber hinaus in der Lage, ein Modell für ein Roverchassis zu entwickeln und praktisch umzusetzen, sowie dieses anhand einer Teststrecke zu verifizieren. Mit der Arbeit in Gruppen lernen die Studenten zudem, sich im Team zu organi- sieren und Ergebnisse zu präsentieren.
13. Inhalt:	Vorlesung Roversystemtechnik • Grundlagen der Raumfahrtrobotik und robotischer Explorationsanwendungen • Einführung zu planetaren Roversystemen • Roversystem und Subsysteme (Chassisdesign,Antriebssysteme und Rad-Boden-Traktion, Energiesysteme, Kommunikation, Thermalsystem, Autonomie) • Konzipierung und Entwicklung eines Roversystems für ein gegebenes Missi- onsprofil (Phase-A Studie) • Präsentation der Ergebnisse

	Praktikum Roverentwicklung • Praktische Umsetzung eines Roverchassis (Untersuchung, Auswahl und Entwicklung relevanter Komponenten, Realisierung eines Breadboard-Modells (Design und Bau)) • Test und Verifikation des Modells auf einer definierten Teststrecke • Abgabe eines Berichts über die Entwicklung
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb Vorgeschlagene Literatur:
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 723101 Vorlesung Roversystemtechnik • 723102 Praktikum Roverentwicklung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Roversystemtechnik: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Praktikum Roverentwicklung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180h (Präsenszeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72311 Roverentwicklung für Explorationsaufgaben (PL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 72320 Roversystemtechnik

2. Modulkürzel:	060500205	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Sabine Klinkner Moritz Nitz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine, Der Besuch der Vorlesung Raumfahrt (Bachelor) wird empfohlen, der Besuch der Vorlesungen des Mastermoduls Raumfahrttechnik I wäre hilfreich.
12. Lernziele:	Die Studierenden erhalten das grundlegende Wissen über Raumfahrtrobotik und die Entwicklung eines Rovers für Explorationsaufgaben. Durch die Ausarbeitung einer Phase-A Studie sind die Studenten in der Lage, ein grundlegendes Roversystem mit relevanten Subsystemen für eine ausgewählte Mission (selbstständig) zu konzipieren. Mit der Arbeit in Gruppen lernen die Studenten zudem, sich im Team zu organi- sieren und Ergebnisse zu präsentieren.
13. Inhalt:	Vorlesung Roversystemtechnik • Grundlagen der Raumfahrtrobotik und robotischer Explorationsanwendungen • Einführung zu planetaren Roversystemen • Roversystem und Subsysteme (Chassisdesign, Antriebssysteme und Rad-Boden-Traktion, Energiesysteme,Kommunikation, Thermalsystem, Autonomie) • Konzipierung und Entwicklung eines Roversystems für ein gegebenes Missionsprofil (Phase-A Studie) • Präsentation der Ergebnisse
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 723201 Vorlesung Roversystemtechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72321 Roversystemtechnik (BSL), , Gewichtung: 1 Präsentation der Ergebnisse, Gewichtung 0.4 Mündliche Prüfung (20 Minuten), Gewichtung 0.6
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Raumfahrtsysteme

Modul: 77780 Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials

2. Modulkürzel:	060310114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Ronny Sachse
9. Dozenten:	Ronny Sachse Milos Draskovic
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	
13. Inhalt:	
14. Literatur:	• Foliensatz/Skript zur Vorlesung • Schijve, Jaap: Fatigue of Structures and Materials; Second Edition; 2009 • http://lessonslearned.faa.gov • R. P. L. Nijssen, “Fatigue life prediction and strength degradation of wind turbine rotor blade composites”, 2006 • B. Harris, Fatigue in composites science and technology of the fatigue response of fibre-reinforced plastics. CRC Press#; Woodhead, 2003 • A. P. Vassilopoulos, Ed., Fatigue life prediction of composites and composite structures / edited by Anastasios P. Vassilopoulos. Boca Raton#: Oxford: CRC Press#; Woodhead Publishing, 2010. • Sendeckyj, G.P., 'Fitting Models to Composite Materials Fatigue Data', ASTM STP 734, American Society for Testing and Materials, 1981
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 777801 Vorlesung Ermüdung von FVW in Leichtflugzeugen und Rotorblättern
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90h (28h Präsenzzeit, 62h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	77781 Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 79180 Astronautics and Space Exploration

2. Modulkürzel:	060500136	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Weitere Sprachen

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Reinhold Ewald
9. Dozenten:	Ernst Messerschmid Reinhold Ewald
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 39136 Raumfahrttechnik I • Kenntnis der Global Exploration Roadmap (GER) der ISECG
12. Lernziele:	Die Studenten haben einen Überblick über die Historie und die aktuellen Pläne zur Erforschung des Weltraums über den Erdorbit hinaus (Roadmaps). Sie wissen, welchen TRL die robotischen und bemannten Elemente solcher Missionen erreicht haben und welche Entwicklungen z.Zt. u.a. an Bord der ISS vorangetrieben werden. Sie haben eine Übersicht über Auswahl, Training und Herausforderungen an die Besatzungen solcher Missionen, die hierzu laufenden Analog-Übungen und die technische Ausrüstung, die zur Verfügung steht oder im Hinblick darauf entwickelt wird (z.B. EVA, Surface Excursion Tools). Sie können die Risiken und Chancen bemannter Exploration einschätzen und gegeneinander aufwiegen. Sie lernen durch die im Rahmen der Vorlesung geplante Exkursion die Betriebsstrukturen von komplexen Raumfahrtmissionen in der Praxis kennen.
13. Inhalt:	Motivation und Ziele der bemannten Exploration des Weltraums Historische, aktuelle und zukünftige Missionen Missionsarchitektur und Subsystemauslegung Technologien für Rendezvous und Docking, Robotik, EVA Human Factors und Risikominderung
14. Literatur:	Vorlesungsbesuch, Teilnahme an der Exkursion, Präsentationsmaterialien, Global Exploration Roadmap (GER) der ISECG
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 791801 Vorlesung Astronautik und Weltraumexploration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Astronautics and Space Exploration, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium:42 h) Teilnahme an der Exkursion 10 h

17. Prüfungsnummer/n und -name:	79181	Astronautics and Space Exploration Prüfung (BSL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Astronautik und Raumstationen	

217 Antriebs- und Energiesysteme in der LRT

Zugeordnete Module:

12420	Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie
29150	Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks
30880	Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen
30890	Windenergie 4 - Windenergie-Projekt
43980	Luftfahrttriebwerke und Verbrennung
44030	Wind Turbine Noise
44110	Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle
44260	Dimensionsanalyse
44410	Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken
44520	Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt
44640	Kompressible Strömungen I + II
44670	Konstruktion von Flugtriebwerken
44850	Messverfahren des Wärmetransports
45050	Regelung von Gasturbinen
45200	Sonderkreisläufe und Gasturbinenprozesse
45310	Turbomachinery
45330	Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt
45340	Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen
45350	Wärmeübertragung in Turbomaschinen
45360	Wärmeübertragungsintensivierung
45380	Werkstoffe für Turbomaschinen
48690	Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke
48720	Wärmetransportprozesse
49030	Staustrahl- und Kombinationsantriebe
56290	Schaufelkühlungsauslegung
57940	Turboflugtriebwerke - Projekt
57950	Spezielle Probleme der Wärmeübertragung
57960	Fluidenergiemaschinen
73440	Nonlinear Structural Dynamics
78990	Strukturdynamik-Programmierseminar

Modul: 12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie

2. Modulkürzel:	060320011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Vorlesung: Po Wen Cheng Übung: Holger Fürst
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I
12. Lernziele:	• Die Studierenden erlangen Kenntnisse über die Grundlagen der Windenergie, insbesondere über die physikalischen und technischen Prinzipien bei modernen Windenergieanlagen. • Die Studierenden sind dabei in der Lage einfache physikalische Grundgleichungen und Zusammenhänge herzuleiten und ihre Bedeutung in Bezug auf die Nutzung von Windenergie zu verstehen sowie zu erklären. • Ausgehend vom Verständnis der einzelnen Teildisziplinen (Aerodynamik, Strukturdynamik, Elektrotechnik etc.) können die Studierenden den Aufbau und die Funktionsweise des Gesamtsystems Windenergieanlage erläutern und auf ausgewählten Gebieten elementare Auslegungs- und Entwurfsberechnungen durchführen. • Nach Abschluss der Lehrveranstaltung haben die Studierenden die wesentlichen Kompetenzen aufgebaut, die sie befähigen sich in Spezialgebiete im Bereich Windenergie (Komponentenauslegung, Modellierung und Simulation, Windparkplanung etc.) einzuarbeiten.
13. Inhalt:	• **Vorlesung** Einleitung, Historie und Potenziale, Beschreibung und Charakterisierung des Windes, Ertragsberechnung, Windmessung, Aerodynamische Grundlagen: Impulstheorie, Tragflügeltheorie, Blattauslegung nach Betz und Schmitz, Kennlinien, Typologien, Modellgesetze und Ähnlichkeitsregeln, Strukturdynamik, Konstruktiver Aufbau, Elektrisches System, Betriebsführung und Regelungstechnik. • **Übung und Versuch** Es werden 8 Hörsaalübungen sowie ein Hochlaufversuch im Böenwindkanal angeboten.

14. Literatur:	• lecture notes • R. Gasch und J. Twele, Windkraftanlagen • James F. Manwell, Jon G. McGowan und Anthony L. Rogers, Wind Energy Explained: Theory, Design and Application
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 124202 Übung Windenergienutzung I • 124201 Vorlesung Windenergienutzung I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	• Vorlesung: Präsenzzeit 28 Stunden, Selbststudium 62 Stunden • Übung: Präsenzzeit 8 Stunden, Selbststudium 74 Stunden • Windkanalversuch: Präsenzzeit 3 Stunden, Versuchsauswertung 5 Stunden Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	12421 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Das Versuchsprotokoll des Windkanalversuchs während des Semesters ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung. Die Prüfung umfasst einen Fragenteil (20 min) und einen Rechenteil (70 min).
18. Grundlage für ... :	Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen Windenergie 4 - Windenergie-Projekt
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Versuchsdurchführungen
20. Angeboten von:	Windenergie

Modul: 29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks

2. Modulkürzel:	060320012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Po Wen Cheng
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie
12. Lernziele:	After attending the class the students should have the basic technical understanding for the planning and realization of a wind park and the necessary knowledge on the regulatory, economic and environmental issues related to the construction and operation of wind farms.
13. Inhalt:	• Preliminary site assessment • Extreme wind distribution • Wake models for loads and park efficiency • Site specific load assessment • Environmental impact (noise, shadow) • Onshore: foundation and logistics • Grid connection and integration • Reliability of wind turbines • Load monitoring of wind turbine components • Offshore wind energy
14. Literatur:	• PowerPoint slides available in ILIAS • classroom exercise material available in ILIAS • text book: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner • http://www.wind-energie.de/infocenter/technik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 291501 Vorlesung Windenergie II • 291502 Übung Windenergie II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of lecture attendance: 28 hours Self-study time for lectures: 62 hours Time of classroom exercise attendance : 16 hours Self-study time for exercises: 74 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29151 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint slides and blackboard

20. Angeboten von: Windenergie

Modul: 30880 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen

2. Modulkürzel:	060320013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Po Wen Cheng
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie
12. Lernziele:	- Die Studierenden verfügen über das Systemverständnis einer gesamten Windenergieanlage (WEA). - Sie können numerisch und experimentell Belastungen an Windenergieanlagen ermitteln. - Sie können Lastrechnungen zur Auslegung der wichtigsten Komponenten und des Gesamtsystems anwenden. - Die Studierenden sind in der Lage, Simulationsprogramme am Beispiel einer typischen Multi-MW Windenergieanlage anzuwenden.
13. Inhalt:	Entwurf von Windenergieanlagen - Auslegungsmethodik und Richtlinien - Windfeldmodellierung (Begriffe, Turbulenzmodellierung, Extremereignisse) - Dynamik des Gesamtsystems (Campbell-Diagramm, Simulation, Strukturdynamik, Modellierung, Messtechnik) - Blattentwurf mit Nachlaufdrall - Blattelement-Impulstheorie (BEM-Algorithmus, empirische Korrekturen, dynamische Effekte, Schräganströmung) - Hydrodynamische Belastungen - Anlagenregelung und Betriebsführung - Lastfälle und Nachweise nach IEC 61400-1 ed. 3 (Auslegungsprozess, Lastfälle und Nachweise) - Messung von Belastungen und Leistung nach IEC 61400-12/-13 am Beispiel - Betriebsfestigkeit (Nachweiskonzepte für WEA, Rainflow, Palmgren-Miner, schädigungs-äquivalente Lasten, Lastverweildauer) - Software: Einführung in die Benutzung von Programmen zur Simulation von Windturbinen. Vermittlung der Grundlagen aeroelastischer Berechnungen bzw. Mehrkörpersimulation (Anwendung in Simulationsseminar) - Es werden Hörsaalübungen angeboten. - Im wöchentlichen Wechsel zu den Übungen findet das Simulationsseminar statt. In diesem wird ein Simulationsprogramm

	zur Auslegung von Windturbinen vorgestellt und unter Anleitung angewendet.
14. Literatur:	- Vorlesungsfolien im ILIAS - Übungsblätter im ILIAS - Windkraftanlagen (R. Gasch, J. Twele) - Wind Energy Explained: Theory, Design and Application (James F. Manwell, Jon G. McGowan, Anthony L. Rogers)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308801 Vorlesung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I) • 308802 Übung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I) • 308803 Simulationsseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	- Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Vorlesung: 24 Stunden - Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Vorlesung: 62 Stunden - Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Übung: 8 Stunden - Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Übung: 60 Stunden - Präsenzzeit Simulationsseminar: 9 Stunden - Selbststudium Simulationsseminar: 17 Stunden - Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30881 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 30881 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Windenergie 4 - Windenergie-Projekt
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Windenergie

Modul: 30890 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt

2. Modulkürzel:	060320014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Po Wen Cheng
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie 060320013 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen
12. Lernziele:	- Die Studierenden können in Teamarbeit ein Projekt entwickeln, das die Anforderungen eines praxisnahen Produktentwicklungsprozesses erfüllt. - Die Studierenden sind in der Lage einen industrienahen Entwicklungsprozess beispielhaft und in den wesentlichen Elementen umzusetzen. - Das theoretische Wissen das in den Modulen Windenergie 1 und Windenergie 3 erworben wurde, setzen die Studierenden in Teamarbeit praktisch um. Sie sind damit in der Lage ihre Entwurfsentscheidungen zu reflektieren und ingenieurwissenschaftlich zu untermauern.
13. Inhalt:	Entwurf von Windenergieanlagen II - Teambildung, Ressourcenverteilung, Projektplanung - Marktdefinition und Festlegen von Standortbedingungen - Definition des Pflichtenhefts - Aerodynamische Rotorauslegung und Anlagenregelung - Konzeptionierung und Layout - Analyse der Wirtschaftlichkeit und Kostenmodellierung - Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
14. Literatur:	- Unterlagen zur Vorlesung - Übung unter ILIAS - Begleitbuch: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner, 6. Aufl. - http://www.wind-energie.de/infocenter/technik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308901 Vorlesung Entwurf von Windenergieanlagen II (WEA II)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen II, Vorlesung: 20 Stunden Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen II , Vorlesung: 160 Stunden Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30891 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt (PL), Sonstige, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Gruppenarbeit
20. Angeboten von:	Windenergie

Modul: 43980 Luftfahrttriebwerke und Verbrennung

2. Modulkürzel:	060400119	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Stephan Staudacher Manfred Aigner Uwe Riedel Peter Gerlinger
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Anwendung von Ähnlichkeitsparametern für Komponenten und ganze Gasturbinenanlagen ist verstanden. • Die mechanische und thermodynamische Kopplung der einzelnen Komponenten ist verstanden. • Das stationäre Betriebsverhalten verschiedenster Fluggasturbinen ist verstanden und kann in Beispielen angewandt werden. • Die daraus resultierende Vorgehensweise bei der Leistungsberechnung von Flugtriebwerken ist durchdrungen. • Das instationäre Betriebsverhalten von Gasturbinenanlagen kann an hand von Ähnlichkeitsparametern beschrieben werden. • Grundlegendes Verständnis von Verbrennungsvorgängen ist vorhanden • Erste quantitative Methoden zu Wärme- u. Stoffübertragung sind bekannt • Die Studierenden kennen die Haupteinsatzgebiete verschiedener gasförmiger und flüssiger Brennstoffe • Die Wirkketten bei der Schadstoffbildung können benannt werden • Die wesentlichen Konzepte der Chemischen Thermodynamik und Reaktionskinetik können benannt und erläutert werden
13. Inhalt:	Ähnlichkeitsparameter, stationäres und instationäres Betriebsverhalten Brennstoffe, Thermodynamik, Reaktionskinetik, Schadstoffbildung
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 439801 Vorlesung mit Übungen Turboflugtriebwerke • 439802 Vorlesung mit Übungen Einführung in die Verbrennung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Turboflugtriebwerke. Vorlesung + Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)

	Einführung in die Verbrennung, Vorlesung + Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56, Selbststudium 124)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	43981 Luftfahrttriebwerke und Verbrennung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 44030 Wind Turbine Noise

2. Modulkürzel:	060110143	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Thorsten Lutz
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• The students know the different noise sources of modern wind turbines and the physical mechanisms of the noise contributions. • They are familiar the state-of-the-arts prediction methods, from efficient industry models to costly numerical methods, as well as the limitations and limits of applicability of the approaches. • The students are familiar with techniques to reduce the different noise contributions and have basic knowledge about low noise wind turbine blade design
13. Inhalt:	• Introduction to wind energy, current problems, noise regulations, necessity of noise reduction und design concepts • Basics of aeroacoustics, sound and noise, governing equations of aerodynamics und aeroacoustics, solutions methods • Noise mechanisms of wind turbine, low frequency noise, turbulent inflow noise, tip noise, boundary-layer separation noise, bunt-trailing edge noise und turbulent boundary-layer trailing-edge interaction noise • Basics of airfoil aerodynamics, definition of different aerodynamics parameters, turbulent boundary-layer theory, overview about numerical prediction methods e.g. DNS, RANS, LES • Wind turbine noise prediction methods, state of the art, empirical/semiempirical models, simplified theoretical models, overview on CAA und hybrid-CAA methods • Noise reduction and aeroacoustics blade design concepts, an example problem definition and solution
14. Literatur:	Powerpoint Folien Berechnungsprogramm IAGNoise GUI Berechnungsprogramm XFOIL S. Wagner, R. Bareiss, G. Guidati: Wind Turbine Noise
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440301 Vorlesung Akustik von Windenergieanlagen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44031 Wind Turbine Noise (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Veranstaltung wird derzeit nicht angeboten!
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Programmanwendungen

20. Angeboten von: Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 44110 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle

2. Modulkürzel:	060110153	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist
9. Dozenten:	Peter Gerlinger Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen: • ausgewählte Turbulenzmodelle und Transportgleichungsmodelle • Large-Eddy Simulation und hybride Verfahren • turbulente Mischung und Verbrennung • Fragen der Validierung und Implementierung • typische Anwendungsergebnisse
13. Inhalt:	• algebraische Modelle • Ein- und Zweigleichungsmodelle • Reynolds-Stress-Modelle • Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion • Grobstruktursimulation
14. Literatur:	John L. Lumley, First Course of Turbulence Stephen B. Pope, Turbulent Flows David C. Wilcox: Turbulence Modeling for CFD
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441101 Vorlesung Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle • 441102 Tutorium Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44111 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Präsentation &; Folien
20. Angeboten von:	Verbrennungstechnik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44260 Dimensionsanalyse

2. Modulkürzel:	060700302	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Gomaa, Hassan; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die verschiedenen Einheitensysteme. • Die Studierenden verstehen die Aussage des Pi-Theorems. • Die Studierenden können eine Dimensionsmatrix aufstellen und die dimensionslosen Gruppen bestimmen. • Die Studierenden wissen, wie man die Modelltheorie anwenden muss. • Die Studierenden wissen, was man unter einer Ähnlichkeitslösung versteht.
13. Inhalt:	• Einheitensysteme • Dimensionsformel und Bridgeman-Gleichung • Buckingham (Pi) Theorem • Wahl des Basisgrößenssystems • Modelltheorie • Ähnlichkeitslösungen
14. Literatur:	• V. Simon, B. Weigand, H. Gomaa: Dimensional Analysis for Engineers, Springer, 2017 • J.H. Spurk, Dimensionsanalyse in der Strömungslehre, Springer-Verlag • H. Görtler, Dimensionsanalyse, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442601 Vorlesung Dimensionsanalyse • 442602 Seminar Dimensionsanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dimensionsanalyse, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Dimensionsanalyse, Seminar (freiwillig): 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 84 h (28 h Präsenzzeit, 56 h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44261 Dimensionsanalyse (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel, Präsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44410 Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken

2. Modulkürzel:	060400117	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack
9. Dozenten:	Malte Krack
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden .... kennen die Hauptbelastungen von Turboflugtriebwerken. … verstehen die Versagensmechanismen. … können die strukturmechanische Integrität der Bauteile mit Handrechenmethoden analysieren. … können die Lebensdauer der Bauteile mit einfachen Verfahren quantifizieren. … sind in der Lage, die Gültigkeit der Handrechenmethoden zu hinterfragen/beurteilen. … können wichtige numerische Verfahren zur Festigkeitsauslegung anwenden.
13. Inhalt:	**Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken I:** • Ansätze der Werkstoff- und Lebensdauermodellierung unter monotoner sowie zyklischer thermomachanischer Last • Scheiben: Fliehkraftauslastung, Temperatureinfluss • Scheiben: Lebensdauer • Scheiben: Risswachstum, probabilistische Auslegung • Schaufelbefestigung: statische Auslastung **Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken II:** • Schaufeln: statische Auslastung durch Flieh- und Gaskräfte • Schaufeln: thermische Auslastung, Sonderlasten • Schaufeln: Vibrationen, Ermüdung • Schaufeln: Verschleiß, Korrosion • Gehäuse und statische Strukturen: Containment, Beulen
14. Literatur:	Traupel: Thermische Turbomaschinen, Band II, Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444102 Übung Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken I • 444103 Vorlesung Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken II • 444101 Vorlesung Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken I • 444104 Übung Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken I, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	44411 Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken (PL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folien, Aufschriebe, Kurzvideos und Bilder, Matlab-Beispiele
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 44520 Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060700201	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Walther, Rainer; Hon.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die Funktionsweise der Flugtriebwerks-Brennkammer und -Nachverbrennung. • Die Studierenden verstehen die physikalisch-chemischen Ursachen der Schadstoffbildung. • Die Studierenden kennen Primär- und Sekundärmaßnahmen zur Schadstoffreduzierung.
13. Inhalt:	• Brennkammern in Flugtriebwerken und ihre Funktionsweise • Schadstoffbildung in Brennkammern • Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung • Atmosphärenwirkung luftfahrtbedingter Emissionen
14. Literatur:	A. H. Lefebvre: Gas Turbine Combustion D. L. Dagett et al.: Alternate Fuels for Use in Commercial Aircraft, ISABE-2007-1196
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445201 Vorlesung Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	112 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 84 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44521 Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44640 Kompressible Strömungen I + II

2. Modulkürzel:	060110101	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Uwe Gaisbauer
9. Dozenten:	Dr. Uwe Gaisbauer Dr. Grazia Lamanna
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Thermodynamik, Strömungsmechanik
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Grundlagen der kompressiblen Strömungen. Sie können eigenständig gasdynamische Grundlagenprobleme lösen und kennen Ansätze zur analytischen und numerischen Modellierung. Sie lernen die abstrakten theoretischen Zusammenhänge in Anwendungsbeispiele zu integrieren.
13. Inhalt:	- Thermodynamische Grundlagen - Stationäre, kompressible, thermische Strömungen - Verdichtungs- und Expansionsphänomene - Kompressible Strömungen mit Energiezufuhr - Beispiele an Düsen- und Turbineströmungen
14. Literatur:	Skript, Folien, Pflichtlektüre
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446401 Vorlesung Kompressible Strömungen I • 446402 Vorlesung Kompressible Strömungen II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kompressible Strömungen I+II, jede Vorlesung: 28h (Präsenzzeit 28h, Selbststudium 62h) Gesamt: 180h (Präsenzzeit 56h, Selbststudium 124h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44641 Kompressible Strömungen I + II (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich. 60 MIn.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44670 Konstruktion von Flugtriebwerken

2. Modulkürzel:	060400116	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Stephan Staudacher
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Konstruktion von Flugtriebwerken I:** Die Studierenden haben einen Überblick über die Schritte bei der Triebwerkskonstruktion und die geforderten Genauigkeiten. Die Studierenden verstehen die Bedeutung einer Produktstruktur. Die Studierenden sind in der Lage ein Flugtriebwerk mit Gondel zu dimensionieren. Die Studierenden verstehen die wesentlichen Triebwerksarchitekturen. Die Studierenden kennen wesentliche Kennwerte. **Konstruktion von Flugtriebwerken II:** Die Studierenden verstehen die Kraftflüsse in Triebwerken. Die Studierenden kennen die wichtigsten Lageranordnungen. Die Studierenden verstehen die Detailkonstruktion der Module.
13. Inhalt:	**Konstruktion von Flugtriebwerken I:** Anforderungen Entwicklungsprozess Produktstruktur, FAST, SOP Kreisprozesswahl, Kenngrößen Dimensionierende Größen der Module Kerntriebwerk, Gasgenerator, Architekturen Gondelauslegung Übung und Versuch (freiwilliges Zusätzliches Angebot): Es werden 4 Hörsaal- und Hausübungen angeboten. **Konstruktion von Flugtriebwerken II:** Kraftflüsse im Triebwerk Lageranordnung Schubgeschirr, Pylon Wellenkonstruktion Ringraumdiagramm Detailauslegung Verdichter, Brennkammer, Turbine Ölsystem Luftsystem Übung und Versuch (freiwilliges Zusätzliches Angebot): Es werden 4 Hörsaal- und Hausübungen angeboten.

14. Literatur:	Bretschneider S.: Knowledge-Based Preliminary Design of Aero-Engine Gas-Generators, ISBN: 978-3-86624-517-4
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446701 Vorlesung Konstruktion von Flugtriebwerken I • 446704 Übung Konstruktion von Flugtriebwerken II • 446703 Vorlesung Konstruktion von Flugtriebwerken II • 446702 Übung Konstruktion von Flugtriebwerken I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Konstruktion von Flugtriebwerken I, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Konstruktion von Flugtriebwerken II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44671 Konstruktion von Flugtriebwerken (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 44850 Messverfahren des Wärmetransports

2. Modulkürzel:	060700181	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Rico Poser
9. Dozenten:	Poser, Rico; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Wärmeübertragung / Wärmestrahlung
12. Lernziele:	Die Studierenden können • theoretische Grundlagen und Messprinzipien verschiedener Temperatur-, Wärmeleitfähigkeits- und Wärmestrommessverfahren erklären. • problemrelevante, dimensionslose Kennzahlen identifizieren und mit deren Hilfe Versuche auslegen und planen. • geeignete Messverfahren für eine gestellte Messaufgabe hinsichtlich des Wärmetransports auswählen und den zugehörigen Versuchsaufbau beschreiben. • wesentliche Annahmen bei einer Versuchsauswertung begründen. • Lösungsansätze zur Versuchsauswertung aufstellen. • wichtige Einflussgrößen zur Messfehlerabschätzung diskutieren.
13. Inhalt:	• Grundlagen zu Wärmetransport, Wärmeübergangskoeffizient, Erhaltungsgleichungen, dimensionslosen Kennzahlen • Messprinzipien verschiedener Temperaturmessverfahren (z.B. Widerstandsthermometer, Thermoelemente, Thermalfarben, Temperatursensitive Farben, Thermochromatische Flüssigkristalle, Infrarot), Anwendung der Messverfahren in der Praxis (z.B. Einbausituationen, Fehlerquellen) • Messprinzipien verschiedener Wärmeleitfähigkeitsmessverfahren (z.B. stationäre Verfahren, instationäre/transiente Verfahren) • Messprinzipien verschiedener Wärmestrommessverfahren (z.B. Wand-Wärmestromsensoren, stationäre Verfahren, instationäre/transiente Verfahren, Analogien), Anwendung der Messverfahren in der Praxis (z.B. am Originalbauteil, an Modellen, stationär vs. rotierend, Postprocessing, Fehlerbetrachtungen)
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung (Entwurf) Eckert und Goldstein: Measurements in Heat Transfer, 2nd Ed., 1976

	Bernhard: Handbuch der Technischen Temperaturmessung, 2014 Incropera und DeWitt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 1996 Tropea, Yarin und Foss: Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer, 2007
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448501 Vorlesung Messverfahren des Wärmetransports
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44851 Messverfahren des Wärmetransports (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Folienpräsentation, Anschauungsmaterial, 1x Labortermin, 1x Praxistermin (am PC)
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 45050 Regelung von Gasturbinen

2. Modulkürzel:	060400115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Dr. Annette Nielsen
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden verstehen die notwendigen Grundlagen für die Regelung von Gasturbinen • Die Studierenden verstehen die Anforderungen an die Regelung von Gasturbinen. • Die Studierenden verstehen die speziellen Anforderungen an Fluggasturbinen • Die Studierenden kennen und verstehen das Regelungssystem fliegender Gasturbinen. • Die Studierenden verstehen den Einfluss des Betriebsverhaltens auf die Regelung. • Die Studierenden verstehen die Schnittstelle zur Avionik.
13. Inhalt:	Kurze Wiederholung Grundlagen Regelungstechnik Anforderungen an die Regelung von Behörden und Betreibern Aufgaben der Regelung Wichtigste Regelkreise Verwendete Messtechnik Schnittstelle zur Avionik
14. Literatur:	Kulikov G., Thompson H.: Dynamic Modelling of Gas Turbines Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450501 Vorlesung Regelung von Gasturbinen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45051 Regelung von Gasturbinen (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45200 Sonderkreisläufe und Gasturbinenprozesse

2. Modulkürzel:	060400112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Klaus Kuhn
9. Dozenten:	Klaus Kuhn Hartmut Griepentrog
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden können die Besonderheiten des Gasturbinenprozesses sowie von ausgewählten Sonderkreisläufen erklären. • Die Studierenden verstehen verschiedene Wirkungsgraddefinitionen und deren Auswirkung auf die Kreislaufoptimierung. • Die Studierenden verstehen den Einfluss wichtiger Prozessparameter inklusive Kühlung und Materialwahl. • Die technische Umsetzung der Prozesse kann abgeschätzt werden. • Sonderanwendungen, der Einsatz von Turbomaschinen in regenerativen Energien, die Kombination mit anderen Prozessen kann beurteilt werden. • Die Studierenden verstehen die Herausforderungen bei der Anlagenoptimierung auch vor dem Hintergrund des Betriebsverhaltens. • Der Einfluss des Arbeitsmediums ist bekannt. • Die Studierenden verstehen die speziellen Fragestellungen bei der Miniaturisierung von Anlagen.
13. Inhalt:	Gasturbinenprozesse: Begriffsdefinition, Carnotprozess, Jouleprozess, Ericsonprozess Wirkungsgraddefinitionen Kreislaufoptimierung Einfluss der Prozessparameter Kombination von Prozessen Einsatzgebiete Technische Realisierung Sonderkreisläufe: Sonderanwendungen von Turbomaschinen Turbomaschinen und regenerative Energien Anlagenoptimierung Betriebsverhalten Einfluss des Gases (ideal, real, verschiedene Gase) Beispiel: LNG Verdampfung Miniaturisierung von Strömungsmaschinen Skalierung der Miniaturmaschinen

14. Literatur:	Fister W.: Fluidenergiemaschinen, Band I, Band II Springer Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452001 Vorlesung Gasturbinenprozesse • 452002 Vorlesung Sonderkreisläufe
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gasturbinenprozesse, Vorlesung: 46 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 32 h) Sonderkreisläufe, Vorlesung: 44 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 30 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45201 Sonderkreisläufe und Gasturbinenprozesse (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45310 Turbomachinery

2. Modulkürzel:	060400113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Martin Rose
9. Dozenten:	Martin Rose
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Turbomachinery I The students will be introduced to the whole topic of turbomachinery, turbines and compressors, radial and axial flow. Aero gas turbines will be a central theme. An appreciation of the techniques of design and analysis will be gained. The nondimensional groups used to express the design choices will be studied and the emphasis will be put on efficiency and loss. A brief overview of turbomachinery in renewable energy is included. Turbomachinery II: This course will take a deeper look at turbomachinery Design issues will be emphasised, from preliminary through to unconventional topics like end wall profiling. Detailed topics will include use of CFD in turbomachinery and turbine cooling. Instability and unsteadiness will be addressed
13. Inhalt:	Turbomachinery I: Dimensional analysis und Velocity triangles Thermo-fluids and Aerofoils Meanline analysis und Loss Axial Turbine design und analysis Axial und Radial compressor design Turbomachinery in Renewable Energy Übung und Versuch (freiwilliges Zusätzliches Angebot): Es werden 4 Hörsaal- und Hausübungen angeboten. Turbomachinery II: Preliminary und Aerofoil design consideration Conventional 3D und Tip Design Unconventional 3D Design Turbine Cooling introduction und overview CFD in turbine design, equations, solution, interpretation und future. Unsteadiness und Instability in Turbomachinery - 280 - Experimental work in turbomachinery Übung und Versuch (freiwilliges Zusätzliches Angebot): Es werden 4 Hörsaal- und Hausübungen angeboten.

14. Literatur:	Wilson D. G., Korakianitis T.: The Design of High - Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines Prentice Hall
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453101 Vorlesung Turbomaschinen I • 453102 Übung Turbomaschinen I • 453103 Vorlesung Turbomaschinen II • 453104 Übung Turbomaschinen II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Turbomachinery I, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Turbomachinery II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45311 Turbomachinery (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45330 Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060700200	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Walther, Rainer; Hon.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die Funktionsweise der Flugtriebwerks- Brennkammer und -Nachverbrennung • Die Studierenden verstehen die physikalisch-chemischen Ursachen der Schadstoffbildung • Die Studierenden kennen Primär- und Sekundärmaßnahmen zur Schadstoffreduzierung • Die Studierenden können die aerothermodynamischen Eigenschaften von Strömungen mit Wärmefreisetzung bewerten
13. Inhalt:	• Brennkammern in Flugtriebwerken und ihre Funktionsweise • Schadstoffbildung in Brennkammern • Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung • Atmosphärenwirkung luftfahrtbedingter Emissionen • Strömungen mit Wärmefreisetzung, Beispiele von Staustrahlantrieben • Alternative Brennstoffe
14. Literatur:	A.H. Lefebvre: Gas Turbine Combustion E. Curran, S.N.B. Murthy: Scramjet Propulsion R. Walther: Scramjet-Propulsion: Alte Herausforderung im neuen Jahrhundert? DGLR-Jahrestagung 2004 D.L. Dagett et al.: Alternate Fuels for Use in Commercial Aircraft, ISABE-2007-1196
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453301 Vorlesung Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt I • 453302 Vorlesung Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt I, Vorlesung: 112 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 84 h) Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt II, Vorlesung: 56 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 42 h) Gesamt: 168 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 126 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45331 Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 45340 Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen

2. Modulkürzel:	060400110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Klaus Kuhn
9. Dozenten:	Klaus Kuhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen das Zusammenspiel der Versuche während des Triebwerks- und Komponentenentwicklungs-programms. Die Studierenden verstehen den komplexen Begriff der ``compliance. Die Studierenden verstehen welche Größen an den Versuchsträgern während der Entwicklung gemessen werden. Sie verstehen die Zielsetzung dieser Messungen an Hand von Beispielen. Die Studierenden kennen die Instrumentierung in Gasturbinen. Der Aufbau und die Funktionsweise von Prüfständen sind bekannt. Die Studierenden kennen die Messungen am Triebwerk im Rahmen des Flugversuches.
13. Inhalt:	Regelkonformes Vorgehen bei Triebwerks- und Komponentenentwicklungsprogrammen • Compliance im Versuch • Normen und Vorschriften • Grundlagen der wichtigsten Messverfahren • Instrumentierung der Versuchsträger • Messverfahren zur Bestimmung der Strömungsgrößen in Turbomaschinen • Schub- und Durchsatzmessung • Vermessung von Kennfeldern • Traversiermessungen mit Sonden, Rechen und Verstelleinrichtungen • Messunsicherheit und deren Konsequenz • Aufbau und Betrieb von Prüfständen für Gasturbinen und deren Komponenten • Umsetzung einer Messaufgabe am Kleinverdichterprüfstand
14. Literatur:	Prüfstände im Triebwerksbau, K. Kuhn , Institut für Luftfahrtantriebe.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453401 Vorlesung Versuchs- und Messtechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45341 Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45350 Wärmeübertragung in Turbomaschinen

2. Modulkürzel:	060700180	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Weitere Sprachen

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Lamanna, Grazia; Dr.-Ing. Wolfersdorf, Jens von; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen Wärmeübertragungsmechanismen in Turbomaschinen und Antriebssystemen. • Die Studierenden verstehen die Methoden zur Kühlung von Turbomaschinen und wärmetechnischen Anlagen. • Die Studierenden können die verschiedenen Wärmeübertragungseffekte in unterschiedlichen Anwendungen bewerten. • Die Studierenden kennen Ansätze zur analytischen und numerischen Modellierung. • Die Studierenden verstehen die Validierung numerischer Modelle.
13. Inhalt:	• Erhaltungsgleichungen und Grenzschichtapproximationen • Strömung und Wärmeübertragung in internen Strömungen • Wärmeübertragung in kompressiblen Strömungen • Grundlagen der Turbulenzmodellierung • Methoden zur Steigerung des Wärmetransports • Wärmeübertragungsintensivierung durch Oberflächenvergrößerung • Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten, Strömung und Wärmeübergang in glatten und rauen Kanälen, Druckverlust und Wärmeübergang in berippten Kanälen, Zylinderanordnungen im Querstrom, Drallströmungen und Prallkühlung • Erhöhung des Wärmetransports - Wärmerohr • Wärmeübertragungsintensivierung bei Siedevorgängen
14. Literatur:	Skripte, Folien Kays, Crawford, Weigand: Convective Heat and Mass Transfer. McGraw Hill 2005 Lakshminarayana: Fluid Dynamics and Heat Transfer of Turbomachinery. Wiley, 1996 Webb, R. L.: Principles of Enhanced Heat Transfer. John Wiley Sons, 1994
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453501 Vorlesung Spezielle Probleme der Wärmeübertragung • 453502 Seminar/Tutorium Spezielle Probleme der Wärmeübertragung

	• 453503 Vorlesung Wärmeübertragungsintensivierung • 453504 Seminar/Tutorium Wärmeübertragungsintensivierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Übungen: 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Übungen: 17,5 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10,5 h) Gesamt: 192,5 h (Präsenzzeit 77 h, Selbststudium 115,5 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45351 Wärmeübertragung in Turbomaschinen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Messmethoden der Thermodynamik in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 45360 Wärmeübertragungsintensivierung

2. Modulkürzel:	060700164	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Wolfersdorf, Jens von; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen Kühlungsmethoden für Antriebs- und Energiesysteme. • Die Studierenden verstehen die Methoden zur Intensivierung des Wärmetransports. • Die Studierenden können thermische Analysen zur vereinfachten Konzeptbewertung thermisch belasteter Komponenten in der Luft- und Raumfahrttechnik durchführen.
13. Inhalt:	• Wärmeübertragungsintensivierung durch Oberflächenvergrößerung, Analyse von Rippenanordnungen verschiedener Form, Wärmeabgabe durch Konvektion • Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten, Strömung und Wärmeübergang in glatten und rauhen Kanälen, Druckverlust und Wärmeübergang in berippten Kanälen, Zylinderanordnungen im Querstrom, Drallströmungen und Prallkühlung • Erhöhung des Wärmetransports - Wärmerohr • Wärmeübertragungsintensivierung bei Siedevorgängen
14. Literatur:	Manuskript, Folien Webb, R. L.: Principles of Enhanced Heat Transfer. John Wiley und Sons, 1994 Han, Dutta, Ekkad: Gas Turbine Heat Transfer and Cooling Technology, Taylor and Francis, 2000 Weigand, B.: Turbinenschaufelkühlung, in: Lechler, Seume (Hrsg.): Stationäre Gasturbinen, Springer 2003
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453601 Vorlesung Wärmeübertragungsintensivierung • 453602 Seminar Wärmeübertragungsintensivierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Wärmeübertragungsintensivierung, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Übungen: 17,5 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10,5 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Seminar (freiwillig): 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Gesamt: 87,5 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 52,5 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	45361 Wärmeübertragungsintensivierung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Folienpräsentation, Vorstellung Laborversuche
20. Angeboten von:	Messmethoden der Thermodynamik in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 45380 Werkstoffe für Turbomaschinen

2. Modulkürzel:	060400111	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Alexander Fels
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen den Einfluss von Legierungselementen auf die Werkstoffeigenschaften Die Studierenden haben einen Einblick in die Herstellungsprozesse moderner Werkstoffe. Die Studierenden haben einen Einblick in die Rohstoffwirtschaft und die Werkstoffentwicklung. Sie kennen Schadensgruppen und Schadensursachen. Die Studierenden haben einen Überblick über die Methoden der Werkstoffprüfung. Die Studierenden kennen mikroskopische Prüfverfahren und die damit verbundenen Präparationsmethoden. Die Studierenden verstehen die modulare Schadensuntersuchung.
13. Inhalt:	Wichtige Elemente des Periodensystems und ihre Eigenschaften Stahlveredler Leichtmetalle, Schwermetalle und Edelmetalle Alkalien, Erdalkalien, seltene Erden und Actiniden Konstruktionswerkstoffe Herstellungsprozesse, Rohstoffwirtschaft, Werkstoffentwicklung Konstruktion und Festigkeitsauslegung von Messrechen Werkstoff- und Bauteilschäden, Werkstoffzustände Bauteil und Werkstoffprüfung Werkstoffgefüge Lichtmikroskopie, Elektronenmikroskopie, Präparationsmethoden Strukturanalyse und Gefügeauswertung Modulare Schadensuntersuchung Beispiele und Übungen
14. Literatur:	Bargel, H. und Schulze. G. (2008): Werkstoffkunde. - 10. Aufl., 453 S., Berlin (Springer) Läpple, V. et al. (2011): Werkstofftechnik Maschinenbau. - 3. Aufl., 704 S.

	mit CD-ROM, Stuttgart (Europa-Lehrmittel Verlag)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453802 Vorlesung Praxis der Werkstoffuntersuchung • 453801 Vorlesung Das Periodensystem als Werkstoffbaukasten
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Das Periodensystem als Werkstoffbaukasten: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Praxis der Werkstoffuntersuchung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45381 Turbomaschinen - Projekt (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 48690 Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke

2. Modulkürzel:	060400191	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	wird jeweils festgelegt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen (BSc.) Vorlesung "Turboflugtriebwerke (MSc.)"
12. Lernziele:	Die Studierenden wissen, welche Informationen und Randbedingungen sie zur Modellbildung von Flugzeugtriebwerken benötigen. Sie können die wichtigsten Funktionen eines grafisch unterstützten Leistungssyntheseprogramms (Gasturb) und des hauseigenen textbasierten Programms (SAEPP) eigenständig bedienen. Damit können sie ein Triebwerk auf gegebene Betriebsdaten hin auslegen und bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen nachrechnen. Die Studierenden können das Verhalten von Triebwerkskomponenten bewerten, insbesondere von mehrstufigen Verdichtern.
13. Inhalt:	• Wiederholung der benötigten Grundlagen für Triebwerke im Selbststudium • Wiederholung der benötigten Grundlagen für Triebwerke unter Offdesign-Bedingungen • Stationäre Leistungsrechnung: Zweck, Grundlagen (Mittenschnittsrechnung), Aufbau (Rechenwege), Beispiele für verwendete Programme • Turbomaschinenkennfelder und wichtige Kennfeldkorrekturen (Gamma, Reynolds, Spalt, Untwist, Instrumentierung...), Kennfeldskalierung • Massenstromgleichgewicht, Schließbedingungen, Iterationen • Leistungssyntheserechnung Trockenübung • Arbeiten mit Gasturb und SAEPP (CIP-Pool), selbstständiges Lösen von Übungen • Auslegung eines Triebwerks anhand gegebener Betriebsdaten (Design) • Nachrechnung eines Triebwerkmodells für verschiedene Betriebsbedingungen (Berechnung von Betriebslinien, Parameterstudie) • Einführung in die stufenweise Verdichtermodellierung • Eventuell Generierung von Betriebsdaten (JetCat) für eine Analyserechnung (falls verfügbar) • Einführung in die transiente Leistungsrechnung

	• Seminarbegleitendes Lernen von physikalischen Zusammenhängen innerhalb von Triebwerken
14. Literatur:	Kurzke, J.: Gasturb 12 Manual, 2012, http://www.gasturb.de/manual.html
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486901 Projektseminar Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48691 Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke (BSL), Schriftlich, 20 Min., Gewichtung: 1 48691 Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke, benotete Studienleistung (BSL), Schriftlich, 60 min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 48720 Wärmetransportprozesse

2. Modulkürzel:	060700165	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Wolfersdorf, Jens von; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Poser, Rico; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die theoretischen Grundlagen und Messprinzipien verschiedener Temperatur-, Wärmeleitfähigkeits- und Wärmestrommessverfahren. • kennen die Bedeutung der wichtigsten dimensionslosen Kennzahlen und können mit deren Hilfe Versuche auslegen und planen. • können geeignete Messverfahren für eine gestellte Messaufgabe hinsichtlich des Wärmetransports auswählen und sind in der Lage die gewonnenen Messdaten auszuwerten. • kennen wichtige Einflussgrößen zur Messfehlerabschätzung. • kennen Kühlungsmethoden für Antriebs- und Energiesysteme. • verstehen die Methoden zur Intensivierung des Wärmetransports. • können thermische Analysen zur vereinfachten Konzeptbewertung thermisch belasteter Komponenten in der Luft- und Raumfahrttechnik durchführen.
13. Inhalt:	• Grundlagen zu Wärmetransport, Wärmeübergangskoeffizient, Erhaltungsgleichungen, dimensionslosen Kennzahlen • Messprinzipien verschiedener Temperaturmessverfahren (z.B. Widerstandsthermometer, Thermoelemente, Thermalfarben, Temperatursensitive Farben, Thermochromatische Flüssigkristalle, Infrarot), Anwendung der Messverfahren in der Praxis (z.B. Einbausituationen, Fehlerquellen) • Messprinzipien verschiedener Wärmeleitfähigkeitsmessverfahren (z.B. stationäre Verfahren, instationäre/transiente Verfahren) • Messprinzipien verschiedener Wärmestrommessverfahren (z.B. Wand-Wärmestromsensoren, stationäre Verfahren, instationäre/transiente Verfahren, Analogien), Anwendung der Messverfahren in der Praxis (z.B. am Originalbauteil, an Modellen, stationär vs. rotierend, Postprocessing, Fehlerbetrachtungen)

	• Wärmeübertragungsintensivierung durch Oberflächenvergrößerung, Analyse von Rippenanordnungen verschiedener Form, Wärmeabgabe durch Konvektion • Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten, Strömung und Wärmeübergang in glatten und rauen Kanälen, Druckverlust und Wärmeübergang in berippten Kanälen, Zylinderanordnungen im Querstrom, Drallströmungen und Prallkühlung • Erhöhung des Wärmetransports - Wärmerohr • Wärmeübertragungsintensivierung bei Siedevorgängen
14. Literatur:	Manuskript, Folien Eckert und Goldstein: Measurements in Heat Transfer, 2nd Ed., 1976 Bernhard: Handbuch der Technischen Temperaturmessung, 2014 Incropera und DeWitt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 1996 Tropea, Yarin und Foss: Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer, 2007 Webb, R.L.: Principles of Enhanced Heat Transfer. John Wiley Sons, 1994 Han, Dutta, Ekkad: Gas Turbine Heat Transfer and Cooling Technology, Taylor and Francis, 2000 Weigand, B.: Turbinenschaufelkühlung, in: Lechler, Seume (Hrsg.): Stationäre Gasturbinen, Springer, 2003
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 487201 Vorlesung Messverfahren des Wärmetransports • 487202 Vorlesung Wärmeübertragungsintensivierung • 487203 Seminar Wärmeübertragungsintensivierung • 487204 Tutorium Wärmeübertragungsintensivierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Messverfahren des Wärmetransports, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Übungen: 17,5 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10,5 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Seminar (freiwillig): 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Gesamt: 171,5 h (Präsenzzeit 63 h, Selbststudium 108,5 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48721 Wärmetransportprozesse (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel, Folienpräsentation, Vorstellung Laborversuche, Anschauungsmaterial, Praxistermin
20. Angeboten von:	Messmethoden der Thermodynamik in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 49030 Staustrahl- und Kombinationsantriebe

2. Modulkürzel:	060400301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Markus Leitner
9. Dozenten:	Markus Leitner Manfred Zippel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden verstehen die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen luftatmenden Antriebssysteme. • Die Studierenden können die Besonderheiten eines Staustrahlantriebs erklären. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung der relevanten Ähnlichkeitsparameter und Gasdynamischen Funktionen. • Die Studierenden können eine erste grundlegende Auslegung für einen Staustrahlantrieb mit Unterschallverbrennung durchführen. • Die Studierenden können eine vergleichende Bewertung von verschiedenen Konzepten für den Überschallflug durchführen. • Die Studierenden kennen die grundlegenden Unterschiede zwischen einem Ramjet und einem Scramjet
13. Inhalt:	• Grundlagen und Anwendungen der Staustrahlantriebe • Komponenten der Staustrahlantriebe:Einlauf, Brennkammer, Schubdüse • Herleitung und Anwendung eines einfachen Auslegungsverfahrens für einen Staustrahlantrieb mit Unterschallverbrennung • Vergleich verschiedener Bauarten und Auslegungsformen • Kombinationsantriebe für Raumtransportsysteme
14. Literatur:	Vorlesungsskript "Staustrahl- u. Kombinationsantriebe Müller R.: Luftstrahltriebwerke, Grundlagen, Charakteristiken, Arbeitsverhalten Vieweg Verlag Seddon J. and Goldsmith E.L.: Intake Aerodynamics AIAA Education Series Urlaub A.: Flugtriebwerke, Grundlagen, Systeme, Komponenten Springer Verlag Braig, Zippel: Einsatz von Zweistrom-Staustrahl-Kombinationstriebwerken zum Antrieb von Hyperschall-Flugzeugen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 490301 Vorlesung Staustrahl- und Kombinationsantriebe

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Staustrahl- und Kombinationsantriebe, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49031 Staustrahl- und Kombinationsantriebe (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 56290 Schaufelkühlungsauslegung

2. Modulkürzel:	060700306	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Weigand, Bernhard; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Neumann, Sven Olaf; Prof. Dr.-Ing. Dahlke, Stefan; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre, Wärmeübertragung
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die Möglichkeiten mit einer 1D Berechnung des Kühlmassenstroms einer Schaufel • Die Studierenden kennen verschiedene Methoden zur Intensivierung des internen Wärmeübergangs • Die Studierenden kennen den Einfluss der Filmkühlung • Die Studierenden kennen den Einfluss einer keramischen Schutzschicht auf den Kühlmassenstrom • Die Studierenden kennen den Designprozess zum Auslegen einer gekühlten Gasturbinenschaufel
13. Inhalt:	Das Seminar besteht aus Vorträgen, die den Studierenden einen Überblick über die Schaufelkühlung verschaffen: • Überblick über die 1D Auslegung des Kühlsystems einer Gasturbinenschaufel • Designsysteme für Gasturbinenschaufeln in der Industrie • Möglichkeiten der Intensivierung des internen Wärmeübergangs • Filmkühlung • Auslegungsgrenzen /Optimierung der Auslegung • Anschließend legen die Studierenden (unter Betreuung) selbst ein Kühlungsdesign einer Gasturbinenschaufel aus. Die erhaltenen Ergebnisse und das erarbeitete Wissen werden durch einen Abschlussvortrag der gesamten Gruppe vorgetragen
14. Literatur:	B. Weigand: Turbinenschaufel - Kühlung. In: Lechner C, Seume J (eds): Stationäre Gasturbinen, Kap. 17, Springer, Berlin, 2. Auflage (2010), S. 609-636.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 562901 Seminar Schaufelkühlungsauslegung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 22h, Selbststudium 68h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	56291 Schaufelkühlungsauslegung (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 Vortrag (ca. 20min) am Ende des Seminars
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 57940 Turboflugtriebwerke - Projekt

2. Modulkürzel:	060400194	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Christian Koch
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Konstruktion von Turboflugtriebwerken Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke
12. Lernziele:	Die Studierenden können in Teamarbeit ein Projekt planen, das die Anforderungen eines praxisnahen Qualitätssicherungsprozesses (Gated Process) erfüllt. Die Studierenden sind in der Lage ein industrienahes Versuchsprojekt (Flugversuch) beispielhaft und in wesentlichen Elementen umzusetzen. Das theoretische Wissen aus den Modulen "Konstruktion von Turboflugtriebwerken" und "Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke" wird durch die Studierenden praktisch umgesetzt. Die Studierenden verstehen die Herausforderungen bei der Versuchsplanung und speziell beim Flugversuch. Die Studierenden sind in der Lage Versuchsziele, Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung zu definieren und daraus die Güte der erwarteten Ergebnisse zu schätzen.
13. Inhalt:	Industrieller Prozess zur Durchführung von Versuchen mit Prototypen Gated Prozess Pre - Test - Prediction und Post - Test - Analysis Messunsicherheit Spezielle Herausforderungen beim Flugversuch Definition der eingesetzten Messtechnik Definition des Versuchsprogramms Durchführung der Versuche Analyse Bericht Durchspielen eines für die Luftfahrtindustrie typischen Zeitraumes Diskussion der Ergebnisse Diskussion der Entscheidungen der Marktteilnehmer Diskussion der Verhandlungen der Marktteilnehmer
14. Literatur:	

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 579401 Vorlesung Turboflugtriebwerke - Projekt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57941 Turboflugtriebwerke - Projekt (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1 Kurzbericht (5 Seiten) mit vorgegebenem Format (50 %) und Mündliche Prüfung (15 min) (50 %)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 57950 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung

2. Modulkürzel:	060700183	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Weitere Sprachen

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Grazia Lamanna
9. Dozenten:	Lamanna, Grazia; Dr.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Thermodynamik
12. Lernziele:	• Die Studierenden verstehen die Methoden zur Kühlung von Turbomaschinen und Antriebssystemen. • Die Studierenden können die verschiedenen Wärmeübertragungseffekte bewerten. • Die Studierenden kennen Ansätze zur analytischen und numerischen Modellierung.
13. Inhalt:	• Erhaltungsgleichungen und Grenzschichtapproximationen • Strömung und Wärmeübertragung in internen Strömungen • Wärmeübertragung in kompressiblen Strömungen • Grundlagen der Turbulenzmodellierung • Methoden zur Steigerung des Wärmetransports
14. Literatur:	Manuskripte, Folien Malvern, Introduction to the mechanics of a continuous medium, Prentice Hall, 1969 Schlichting, Gersten, Boundary layer theory, Springer, 8th Edition, 2000 Kays, Crawford, Weigand: Convective Heat and Mass Transfer, McGraw Hill 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 579501 Vorlesung Spezielle Probleme der Wärmeübertragung • 579503 Seminar Spezielle Probleme der Wärmeübertragung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h) Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h) freiwilliges Seminar im Rahmen des angeleiteten Selbststudiums: 17 h Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57951 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Sprache der Lehrveranstaltung: • Deutsch (Wintersemester) • Englisch (Sommersemester)
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 57960 Fluidenergiemaschinen

2. Modulkürzel:	060400193	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Stephan Staudacher
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen Überblick über eine Vielzahl an Fluidenergiemaschinen erhalten. Die Studierenden versehen Vor- und Nachteile der verschiedenen Maschinen Die Studierenden kennen die Einsatzbereiche der verschiedenen Maschinen
13. Inhalt:	Die Studierenden haben einen Überblick über eine Vielzahl an Fluidenergiemaschinen erhalten. Die Studierenden versehen Vor- und Nachteile der verschiedenen Maschinen Die Studierenden kennen die Einsatzbereiche der verschiedenen Maschinen
14. Literatur:	Foliensatz Fragenkatalog Optional: Fister W., Fluidnergiemaschinen, Band 1 und 2, Springer Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 579601 Vorlesung Fluidenergiemaschinen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57961 Fluidenergiemaschinen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 73440 Nonlinear Structural Dynamics

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	-	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Zwingend vorausgesetzt wird das Modul „Strukturdynamik“. Empfohlen werden Kenntnisse zu analytischen und numerischen Methoden.
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die technische Bedeutung nichtlinearer Vorgänge der Struk-turdynamik. • sind mit den besonderen Eigenschaften und Phänomenen freier, selbsterregter und erzwungener Schwingungen nichtlinearer Systeme vertraut. • können nichtlineare Schwingungen mit geeigneten Hilfsmitteln darstellen und deuten. • können analytische und numerische Näherungsmethoden zur Berechnung nichtlinearer Schwingungen anwenden.
13. Inhalt:	Die grundlegenden Eigenschaften und wichtigen dynamischen Erscheinungen werden theoretisch erarbeitet und anhand geeigneter Fallbeispiele veranschaulicht. Matlab-Beispiele zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente praktisch anzuwenden. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • nichtlineare Einfreiheitsgradsysteme: ungedämpfte und gedämpfte Eigenschwingungen, selbsterregte Schwingungen, erzwungene Schwingungen • Nichtlineare Moden, Lokalisierung, nichtlineare Schwingungstilger • Theorie deterministischer, differenzierbarer dynamischer Systeme mit endlich vielen Zustandsgrößen: Attraktoren, Chaos, Verhalten nahe Fixpunkten und Grenzzyklen, Stabilitätsbegriffe • Näherungsmethoden: Harmonische Balance, Mittelungsverfahren, numerische Zeitschrittintegration und Schießverfahren
14. Literatur:	

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 734402 Übung Nonlinear Structural Dynamics • 734401 Vorlesung Nonlinear Structural Dynamics
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesungsfolien, Aufschriebe, Matlab-Beispiele
17. Prüfungsnummer/n und -name:	73441 Nonlinear Structural Dynamics (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 78990 Strukturdynamik-Programmierseminar

2. Modulkürzel:	060400404	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack
9. Dozenten:	Malte Krack Johann Groß
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	*Zwingend vorausgesetzt werden Matlab-Erfahrung sowie das Modul "Strukturdynamik". Empfohlen werden Kenntnisse zu numerischen Methoden.*
12. Lernziele:	*Die Studenten erhalten einen Überblick über numerische Verfahren zur Berechnung linearer und nichtlinearer Vibrationen. Die Studenten lernen, einzelne Teile vorgegebener Rechenprogramme zu modifizieren und zu validieren. Anhand geeigneter Fallbeispiele lernen die Studenten wichtige Phänomene der Strukturdynamik kennen und interpretieren.*
13. Inhalt:	*Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden von den Studierenden numerische Verfahren zur Berechnung der Dynamik mechanischer Systeme programmiert. Die wesentlichen Schritte der Berechnung umfassen die Modellierung mechanischer Systeme, die Modellordnungsreduktion mithilfe der dynamischen Substrukturtechnik, die Simulation mittels Zeit- und Frequenzbereichsmethoden, sowie die Lösung algebraischer Gleichungssysteme und die numerische Pfadverfolgung. Die Studenten erhalten ein Rechenprogramm und Fallbeispiele anhand derer die wesentlichen Berechnungsschritte nachvollzogen werden können. Teile gegebener Programme werden von den Studenten erweitert und validiert. So werden zusätzliche Modelle lokaler Nichtlinearitäten implementiert und untersucht oder weitere Verfahren zur nichtlinearen Modalanalyse umgesetzt. Eigene Programmierung, Validierung und Anwendung modifizierter Programme unter Anleitung sind die wesentlichen Aktivitäten in dieser praktischen Lehrveranstaltung. Im Rahmen von Kurzvorträgen wird über die Ergebnisse berichtet.*
14. Literatur:	*Vorlesungsfolien, Aufschriebe, wissenschaftliche Veröffentlichungen ja nach Bedarf*
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 789901 Seminar Strukturdynamik-Programmierseminar

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	78991 Strukturdynamik-Programmierseminar (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	*Folien, Anschrieb, Matlab-Beispiele*
20. Angeboten von:	Strukturmechanik der Flugzeugtriebwerke

218 Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung

Zugeordnete Module:

109	Raumfahrttechnik I
44150	Bahnmechanik für Raumfahrzeuge
44180	Chemische Raumfahrtantriebe I
44190	Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel
44340	Elektrische Raumfahrtantriebe
44350	Energiesysteme für die Raumfahrt
44380	Experimentelle Simulation des Wiedereintritts
44400	Fernerkundung
44600	Kinetische Gastheorie
44610	Kleinsatellitenentwurf
44700	Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt
44830	Mechanische Systeme
44860	Modellierung von Wiedereintrittsströmungen
44980	Plasmatechnik
45020	Raumfahrtinstrumente
45030	Raumfahrttechnik II
45040	Raumsonden
45100	Satellitenbetrieb
45120	Satellitennavigation
45130	Satellitenregelung
45260	Systemsimulation und Systemverifikation in der Satellitenentwicklung
45410	Wiedereintrittstechnologie
47380	Raumfahrttechnik I
48700	Weltraumstrahlung
56080	Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt
57160	Strukturdynamik
60190	Satelliteninstrumente I
60200	Satelliteninstrumente II
67410	Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I
67420	Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II
67460	Raumstationen - Entwurf, Systeme, Nutzung
67490	Unkonventionelle Raumfahrtantriebe
68370	Einführung in die Elektronik für Luft- und Raumfahrtingenieure
68560	Raketentreibstoffe I
68570	Raketentreibstoffe II
70040	Anwendungssatelliten
70060	Simulation verdünnter Gase und Plasmen
70070	Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop
71780	Strukturdynamik
72300	Fourieroptik und Spektroskopie
72310	Roverentwicklung für Explorationsaufgaben
72320	Roversystemtechnik
73540	Praktikum CubeSat Technik
78890	Kleinsatellitenentwurf
79180	Astronautics and Space Exploration
79180	Astronautics and Space Exploration

109 Raumfahrttechnik I

Zugeordnete Module:

44150	Bahnmechanik für Raumfahrzeuge
44180	Chemische Raumfahrtantriebe I
44190	Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel
44340	Elektrische Raumfahrtantriebe
44350	Energiesysteme für die Raumfahrt
44600	Kinetische Gastheorie
44700	Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt
44830	Mechanische Systeme
45120	Satellitennavigation
45130	Satellitenregelung
45410	Wiedereintrittstechnologie
48700	Weltraumstrahlung
56080	Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt

Modul: 44150 Bahnmechanik für Raumfahrzeuge

2. Modulkürzel:	060500116	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Frank Zimmermann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse über die verschiedenen bahnmechanischen Aspekte in der Raumfahrttechnik. Sie kennen die verschiedenen Störeinflüsse und können ihre Auswirkungen auf Satellitenbahnen abschätzen. Sie kennen besonders ausgezeichnete Bahnen für spezielle Raumfahrtanwendungen und können den benötigten Antriebsbedarf zum Erreichen dieser Bahnen für verschiedene Szenarien abschätzen. Sie wissen wie prinzipiell aus einfachen Beobachtungen die Bahnelemente bestimmt werden. Außerdem kennen sie die gängigsten Methoden, die in Computerprogrammen für bahnmechanische Rechnungen implementiert sind.
13. Inhalt:	• Einleitung, Definitionen und Konstanten • Bewegungsgleichung (Zwei-Körper-Problem , Dreikörper- und n-Körper-Problem, Darstellung von Satellitenbahnen - Bahnelemente) • Grundlegende Anwendungen (Keplergleichungen für elliptische, parabolische und hyperbolische Bahnen, Positionsvektoren Sonne, Mond und Planeten, Sonnenaufgang und -untergang, Sicht- und Beleuchtungsverhältnisse von Satelliten • Lösungen der Keplergleichung (elliptische parabolische und hyperbolische Bahnen, Schattenphasen von Satelliten) • Bestimmung von Bahnelementen aus Beobachtungen (Beobachtungstransformationen, Datenaufnahme) • Störungen der Keplerbewegung (Lösungsansätze auf der Basis der Bewegungsgleichung, Variation der Bahnelemente, Störungen durch Gravitationspotential, Restatmosphäre, Drittkörper, solaren Strahlungsdruck, relativistische Störung) • Manöver zur Bahnänderung (planare und nicht-planare Manöver , Startfenster, kombinierte Manöver , Rendezvous- und

	Andockmanöver Bahnen mit endlichen Schubphasen, Gravity-Assist) • Bahnmechanik in der Missionsauslegung (Orbit Design Prozess, Erdabdeckung , Sonnensynchrone Bahnen, Bahnen mit sich wiederholender Bodenspur, etc.) • Interplanetare Bahnen (Mondbahnen, Marsbahnen, etc.)
14. Literatur:	• S. Fasoulas: Manuskript zur Vorlesung Bahnmechanik für Raumfahrzeuge, jährlich aktualisiert • ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441502 Praktikum zur Bahnmechanik • 441501 Vorlesung Bahnmechanik für Raumfahrzeuge
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Bahnmechanik für Raumfahrzeuge, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 42 h) Praktikum zur Bahnmechanik: 20 h (Präsenzzeit: 7 h, Selbststudium: 13 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 35 h, Selbststudium: 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44151 Bahnmechanik für Raumfahrzeuge (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44180 Chemische Raumfahrtantriebe I

2. Modulkürzel:	060500102	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem
9. Dozenten:	Stefan Schlechtriem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben vertiefende Kenntnisse der chemischen Raumfahrtantriebe. Sie können die Betriebszyklen von Raketentriebwerken unterscheiden sowie interpretieren und kennen den Einfluss wesentlicher Geometrie-, Treibstoff- und Prozessparameter auf ihre Leistung. Sie wissen, wie sich durch Änderungen der Treibstoffkombination die Triebwerkseigenschaften beeinflussen lassen, z.B. im Hinblick auf die Treibstoffförderung und - aufbereitung, die Zündung oder die Verbrennung. Sie kennen die wesentlichen Komponenten und Leistungskennzahlen eines Triebwerks und können die Komponenten für vorgegebene Betriebszyklen und Triebwerksleistungen auslegen.
13. Inhalt:	Triebwerksprozesse und -komponenten von Flüssigkeitsantrieben Treibstoffarten und Treibstoffförderung Treibstoffeinspritzung und -aufbereitung, Zündung Treibstoffumsetzung und Verbrennungsinstabilitäten Wärmelasten und Kühlung, Wandmaterialien und Bauweisen Düsenströmung Betriebszyklen von Triebwerken
14. Literatur:	Skripte zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441801 Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe I • 441802 Übungen Chemische Raumfahrtantriebe I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Chemische Raumfahrtantriebe I, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h,Selbststudium: 32 h) Chemische Raumfahrtantriebe I, Übungen: 30 h (Präsenzzeit: 14 h,Selbststudium: 16 h)

	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 32 h, Selbststudium: 48 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44181 Chemische Raumfahrtantriebe I (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Chemische Raumfahrtantriebe

Modul: 44190 Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel

2. Modulkürzel:	060500103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem
9. Dozenten:	Stefan Schlechtriem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreicher Abschluss des Moduls Chemische Raumfahrtantriebe I (060500102) wünschenswert, jedoch nicht Voraussetzung
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen im Einsatz befindliche Triebwerke und deren Komponenten, ihre jeweiligen Leistungs- und Belastungsgrenzen sowie die Gründe für diese Grenzen. Sie wissen welche wesentlichen thermischen, fluiddynamischen, mechanischen und verfahrenstechnischen Grundlagen bzw. Randbedingungen bei der Auslegung und Herstellung der Komponenten von realen Triebwerken beachtet werden müssen. Sie kennen die Verbindung zwischen den Komponenten und wissen, wie sich Änderungen auf das Gesamtsystem eines Triebwerks auswirken. Sie kennen die wesentlichen Bauweisen / Werkstoffe zur Herstellung der Triebwerkskomponenten und können sie Triebwerken zuordnen.
13. Inhalt:	Überblick Raumtransportsysteme und Landetechnologien Überblick Feststoffantriebe und Flüssigtreibstofftriebwerke Europäische und russische Träger und Triebwerkssysteme Aspekte zur Auslegung von Turbomaschinen Schubkammeraufbau, Materialien und Produktion Strukturmechanische Aspekte im Triebwerksdesign
14. Literatur:	Skripte zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441901 Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit: 28 h,Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44191 Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	lecture notes, additional lecture slides
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Chemische Raumfahrtantriebe

Modul: 44340 Elektrische Raumfahrtantriebe

2. Modulkürzel:	060500104	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Georg Heinrich Herdrich
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der elektrischen und unkonventionellen Raumfahrtantriebe. Sie kennen die physikalischen Grundlagen für ihren Betrieb und können die Betriebsparameter unterscheiden sowie interpretieren. Sie kennen den Einfluss wesentlicher Geometrie-, Treibstoff- und Prozessparameter auf ihre Leistung. Sie kennen die wesentlichen Komponenten und Leistungskennzahlen eines Triebwerks und können die Komponenten auslegen. Sie kennen im Einsatz befindliche Triebwerke und deren Komponenten, ihre jeweiligen Leistungs- und Belastungsgrenzen sowie die Gründe für diese Grenzen. Sie wissen, wie derartige Triebwerke für den realen Einsatz qualifiziert werden.
13. Inhalt:	• Geschichte elektrischer Antriebe, Überblick durchgeführte Missionen • Allgemeine Grundlagen von Raketen mit einer vom Treibstoff getrennten Energiequelle, widerstandsbeheizte Triebwerke • Grundlagen für Lichtbogen- und magnetoplasmadynamische Triebwerke • Grundlagen für elektrostatische Triebwerke • Vorstellung verschiedener realisierter Triebwerke • Qualifikation elektrischer Raumfahrtantriebe (Anforderungen, Bodentestanlagen, Vakuumsysteme, Schubbestimmung, etc.) • Überblick unkonventioneller Raumfahrtantriebe • Vorstellung verschiedener unkonventioneller Triebwerkskonzepte, deren physikalische Grundlagen sowie deren Entwicklungsstand

14. Literatur:	Skript zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443401 Vorlesung Elektrische und unkonventionelle Raumfahrtantriebe
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h(Präsenzzeit: 35 h, Selbststudium: 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44341 Elektrische Raumfahrtantriebe (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44350 Energiesysteme für die Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060500107	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Stefan Belz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Grundlagen der in der Raumfahrt eingesetzten bzw. für einen Einsatz diskutierten Energiesysteme zu verstehen, zu unterscheiden und zu bewerten. Sie besitzen Grundkenntnisse über die vorherrschenden Energiesysteme sowie über die wichtigsten Randbedingungen zu ihrer Auslegung, insbesondere auch im Vergleich zu terrestrischen Anwendungen.
13. Inhalt:	In diesem Modul werden mögliche Energiesysteme für die Raumfahrt vorgestellt, mit einem Schwerpunkt in der Energiewandlung und -speicherung. Einzelthemen behandeln die Konfiguration eines Energiesystems, Grundlagen der Kernspaltung und -fusion, Radioisotopengeneratoren, Kernreaktoren, thermoelektrische / thermoionische / thermo-photovoltaische Wandler, photovoltaische und solardynamische Wandler, chemische Batterien und Akkumulatoren, Brennstoff- und Elektrolysezellen, Gesamtsystembetrachtungen. Ergänzt wird die Vorlesung durch zugehörige Übungen.
14. Literatur:	S. Fasoulas, Manuskript zur Vorlesung Energiesysteme, jährlich aktualisiert ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443501 Vorlesung Energiesysteme für die Raumfahrt • 443502 Übung Energiesysteme für die Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 42 h, Selbststudium: 48 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	44351	Energiesysteme für die Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme	

Modul: 44600 Kinetische Gastheorie

2. Modulkürzel:	060700163	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Wolfersdorf, Jens von; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Fasoulas, Stefanos; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die gaskinetischen Gebiete und können diese anhand thermodynamischer Parameter unterscheiden. • Die Studierenden kennen die mikroskopischen Definitionen von Zustandsgrößen und deren mathematische Darstellung. • Die Studierenden verstehen das unterschiedliche Stoffverhalten von idealen Gasen in den gaskinetischen Gebieten. • Die Studierenden können gaskinetische Effekte bei Anwendungen der Luft- und Raumfahrttechnik bewerten und den Gültigkeitsbereich von Kontinuumsverfahren einschätzen.
13. Inhalt:	• Aufgaben und Methoden der Kinetischen Gastheorie, Verteilungsfunktion und makroskopische Zustandsgrößen, Beschreibung von Gasgemischen • Molekulare Geschwindigkeitsverteilung, Stoßfrequenz, Transporteigenschaften in mäßig verdünnten Gasen und in stark verdünnten Gasen • Die Maxwellverteilung und ihre Eigenschaften, Darstellung der Maxwellverteilung und Mittelwerte der molekularen Geschwindigkeiten, Effusion, Mittelwert der Relativgeschwindigkeit, Berechnung der Stoßfrequenz, Anregung innerer Freiheitsgrade • Randbedingungen in verdünnten Gasen, Sprünge der Zustandsgrößen an Wänden, Wärmeleitung im stationären Fall, Hagen-Poiseuille-Strömung

	• Boltzmanngleichung, Ansätze zur Lösung insb. Chapman-Enskog, Ableitung Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen, numerische Lösungsansätze insb. Direct Simulation Monte Carlo
14. Literatur:	Umdrucke, Vorlesungsaufschrieb, Folien Arnold Frohn: Einführung in die Kinetische Gastheorie, 2. Aufl. Wittwer, 2006 Dieter Hänel: Molekulare Gasdynamik, Springer, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446002 Übung Kinetische Gastheorie • 446003 Tutorium Kinetische Gastheorie • 446001 Vorlesung Kinetische Gastheorie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kinetische Gastheorie, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Kinetische Gastheorie, Übungen: 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Kinetische Gastheorie, Seminar (freiwillig): 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Gesamt: 105h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 70 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44601 Kinetische Gastheorie (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Messmethoden der Thermodynamik in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 44700 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	062000303	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nicolaas Sneeuw
9. Dozenten:	Nicolaas Sneeuw
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende der LV ist der Studierende in der Lage, die in der Luft- und Raumfahrt und für die Geodäsie fundamentalen Begriffe Bezugssystem und Bezugsrahmen und ihre Festlegung zu verstehen, zu unterscheiden und einzusetzen. Er hat ein Grundverständnis für die den Transformationen zugrunde liegenden physikalischen Ursachen und ihrer Einflüsse auf die Festlegung raumfester, erdfester und bewegter Bezugssysteme. Ebenso ist er in der Lage, selbstständig die Korrekturen für Präzession, Nutation, Polbewegung zu ermitteln und die präzise Transformation zwischen raumfesten und erdfesten Bezugsrahmen in der Praxis durchzuführen. Er besitzt Grundkenntnisse über die in Deutschland vorherrschenden legalen Kartenkoordinaten (Gauß-Krüger und UTM) und beherrscht die in der Raumfahrt und Satellitengeodäsie verwendeten Zeitskalen und Zeitsysteme.
13. Inhalt:	• Geodätische Koordinaten und -systeme (3D) sowie deren Transformation: kartesische Systeme, krummlinige Systeme (sphärisch, ellipsoidisch), • Einführung Kartenkoordinaten(systeme), • Drehmomente, -kräfte, -tensor, Kinematik und Dynamik im rotierenden System • konventionelle Referenzsysteme und -rahmen • Erdrotation, Präzession, Nutation, Polbewegung • Tisserand-Prinzip, no net rotation, globale und regionale Netze • Zeit und Zeitsysteme: Auf der Erdrotation gegründete Zeitsysteme, Zeitsysteme der Himmelsmechanik, Atomzeitsysteme,

14. Literatur:	Seeber, Satellite geodesy, de Gryuter, 2003 Vorlesungsskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447001 Vorlesung Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudiumszeit 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44701 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Höhere Geodäsie

Modul: 44830 Mechanische Systeme

2. Modulkürzel:	069901103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strukturdynamik (9 LP) oder Strukturdynamik (6 LP) und Einf. in die Finite Elemente Methode
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten Kriterien zur Klassifizierung, zur Analyse und zur Stabilität mechanischer Systeme, • kennen die wichtigsten rheologischen Systemansätze zu Beschreibung von Materialdämpfung und Hysterese, • können lineare mechanische Systeme mit beliebiger Dämpfungsmatrix analysieren, • können passive Schwingungstilgersysteme analysieren und auslegen, • kennen die Grundlagen für semiaktive und aktive Tilger, • kennen den theoretischen Hintergrund der wichtigsten experimentellen Verfahren zur Strukturanalyse und -identifikation, • erhalten einen ersten Einblick in Kreiselprobleme, Flatterprobleme und die Theorie der Störungsrechnung, • können einfache Verfahren zur Modellreduktion anwenden.
13. Inhalt:	• Dämpfungsphänomene, -klassifizierung und -modellierung, • Zusätzliche Zustandsgrößen • Zusammenfassung und Ausbau der Theorie zur Dämpfung linearer Systeme • Schwingungstilgung • Systemidentifikation und experimentelle Modalanalyse • Gyroskopische und zirkulatorische Kräfte • Klassifizierung, Analyse und Stabilität mechanischer Systeme • Modellreduktion
14. Literatur:	• Argyris, J. , Faust, G. , Haase, M.: Die Erforschung des Chaos. Braunschweig Wiesbaden : Vieweg, 1994

	• Fliege, N.: Systemtheorie. Stuttgart : Teubner, 1991 • Elspass, W.J., Flemming, M.: Aktive Funktionsbauweisen : eine Einführung in die Struktronik. Berlin , Heidelberg : Springer, 1998 • Ewins, D.J.: Modal testing : theory, practice and application. 2. Aufl. Baldock , Hertfordshire : Research Studies Press, 2000 • Gasch, R. , Nordmann, R. , Pfützner, H.: Rotordynamik. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer, 2002 • Hamel, G.: Theoretische Mechanik. Berlin [u.a.] : Springer, 1978 • Isermann, R.: Identifikation dynamischer Systeme. Band 1 und 2. 2. Aufl. Berlin , Heidelberg : Springer, 1992 • Natke, H.G.: Einführung in Theorie und Praxis der Zeitreihen- und Modalanalyse. 3. Aufl. Braunschweig , Wiesbaden : Vieweg, 1992 • Schwertassek, R. , Wallrapp, O.: Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme.Braunschweig , Wiesbaden : Vieweg, 1999 • Skript • zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448301 Vorlesung Mechanische Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung mit Übungen
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44831 Mechanische Systeme (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, kleine Experimente
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 45120 Satellitennavigation

2. Modulkürzel:	062100001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alfred Kleusberg
9. Dozenten:	Doris Becker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden der Satellitennavigation. Sie können Fehlerquellen bei der Satellitennavigation benennen, deren Größenordnung abschätzen und wissen, mit welchen Methoden sie verringert oder eliminiert werden können.
13. Inhalt:	Funktionsprinzip des Satellitennavigationssystems GPS umfasst: zugehörige Bezugssysteme (WGS84, ITRFxx), Zeitsysteme, Satellitenbahnen - Erweiterung der ungestörten Keplerbewegung auf gestörte Keplerbewegung (oscullierende Keplerelemente, Störeinflüsse (Art und Größe)), Berechnung der Satellitenposition, Darstellung und Übertragung der Orbitparameter (Broadcast-Ephemeriden, Almanach), Präzise Ephemeriden, Konstellation, Signalaufbau: Träger, Codes, Message, zur Wahl der Wellenlänge des Trägers, Modulation, Generierung und Eigenschaften von PRN-Codes, Korrelationsverhalten der Codes, Ausbreitung der GPS-Signale (Maxwells Gleichungen, Refraktivität, dispersive Medien, Gruppengeschwindigkeit,...), Beschreibung der ionosphär. und troposphär. Refraktion (Appleton-Harttree-Formel, Smith- und Weintraub-Formel), Korrekturmodelle für Refraktion (TECValues, Klobuchar Modell, Hopfield-Modell), Modellierung weiterer Fehlereinflüsse auf die Messung (Uhrenfehler, Bahnfehler), Aufgaben des Empfängers, Signalidentifizierung, Prinzip der Laufzeitmessung, Unterscheidung von Signalen, Empfängerdesign, Modellbildung für Pseudostrecken, Positionierung mit Auswertung der Codeinformation, NMEA: Standard-Format für die Navigation, Differentielle Techniken (SAPOS, GBAS, SBAS), Analyse von Korrekturdaten (Arten, Übertragung, Formate: RTCM, RTCA)

14. Literatur:	Online-Skript, IS-GPS-200D
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451201 Vorlesung Satellitennavigation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenszeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45121 Satellitennavigation (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PPT-Präsentation
20. Angeboten von:	Navigation

Modul: 45130 Satellitenregelung

2. Modulkürzel:	060200118	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	-
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die wichtigsten Regelungssysteme für Satelliten. • Die Studierenden sind in der Lage, das Regelungssystem in den sys-temtechnischen Rahmen einzuordnen, der durch den Satellitenentwurf und die Missionsaufgabe gegeben ist. • Die Studierenden kennen grundlegende Verfahren und Algorithmen zur Bewegungsbestimmung (Navigation) und zur Lage-, Drall- und Bahnregelung von Satelliten, und zwar in Abhängigkeit des Betriebszustandes des Satelliten.
13. Inhalt:	• Systemtechnische Grundlagen: Missionsbeispiele, Entwurfsprozess, Störungen, Systemtypen, Hardware-Komponenten, Regeln für den Systementwurf • Satellitenmodell: Bahn- und Lagebewegung eines Starrkörper-Satelliten, Gyrostat, Drall, Drallradmodelle, Gravitationseffekte • Verfahren zur Lagebestimmung und Drehratenbestimmung • Spinstabilisierung: Modelle und Regelung • 3-achsige Lagestabilisierung: Vorgehen mit internen und externen Stellgrößen, nichtlineare Lageregelungsverfahren, lineare Lageregelungsverfahren, Regelung des Gesamtdralls und des Raddralls

	• Bahnbestimmung mit GPS: Messprinzip und Rohdatenerzeugung, Be-stimmung der Position und Zeit, Bestimmung der Geschwindigkeit und Uhrendrift
14. Literatur:	W. Fichter, Spacecraft Dynamics, Navigation, and Control, Lecture Notes, Institut für Flugmechanik und Flugregelung, 2008 J. Wertz, Spacecraft Attitude Determination and Control ,Kluwer B. Wie, Space Vehicle Dynamics and Control, AIAA Series M. Kaplan, Modern Spacecraft Dynamics and Control, Wiley M. Sidi, Spacecraft Dynamics and Control, Cambridge
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451301 Vorlesung Satellitenregelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Satellitenregelung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45131 Satellitenregelung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Zuhilfenahme von Projektor und Beamer, elektronische Unterlagen im Netz
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45410 Wiedereintrittstechnologie

2. Modulkürzel:	060500106	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Georg Heinrich Herdrich
9. Dozenten:	Georg Heinrich Herdrich
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende des Moduls haben die Studierenden einen vertieften Überblick über die wesentlichen Technologien, die für einen atmosphärischen Wiedereintritt beherrscht werden müssen. Sie kennen die relevanten Missionen und diskutierten Missionsszenarien sowie die technologischen Herausforderungen, insbesondere für Hitzeschutzsysteme, die relevanten Materialien und deren Eigenschaften. Sie wissen, wie derartige Eigenschaften in Bodentestanlagen und durch den Einsatz von verschiedenen Messsystemen im realen Flug untersucht sowie qualifiziert werden.
13. Inhalt:	Wiedereintrittstrajektorie, De-orbit-Manöver Wiedereintrittsmissionen und -fahrzeugkonzepte Konzepte für Thermalschutzsysteme Wesentliche Eigenschaften der Wiedereintrittsplasmen Bodentestanlagen Ausgewählte Instrumentierungen für Wiedereintrittskörper
14. Literatur:	G. Herdrich et al.: Manuskript zur Vorlesung Wiedereintrittstechnologie, jährlich aktualisiert ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 454101 Vorlesung Wiedereintrittstechnologie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45411 Wiedereintrittstechnologie (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 48700 Weltraumstrahlung

2. Modulkürzel:	060500121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Christoph Nöldeke
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundlagen energetischer Teilchenstrahlung und hochenergetischer elektromagnetischer Strahlung sowie der zugrundeliegenden elektromagnetischen und nuklearen Wechselwirkungen. Sie kennen die Ursprünge der die im inneren Sonnensystem und im erdnahen Raum auftretenden energetischen Stahlen und Plasmen einschließlich des Sonnenwindes, energetischer solarer Protonen und galaktischer Strahlung. Sie entwickeln ein Verständnis für die Wechselwirkung energetischer geladener Teilchen mit der terrestrischen Magnetosphäre und kennen deren resultierende Strukturen (Strahlungsgürtel, Südatlantische Anomalie). Sie kennen die Wechselwirkungsmechanismen mit dem Raumfahrzeug (Aufladung, Ionisierung, Abschirmung) und können diese anhand von Dosistiefenkurven quantitativ abschätzen. Ferner kennen sie die Schadens-und Störmechanismen auf elektronische Systeme des Raumfahrzeugs. Sie können Auswirkungen hochenergetischer Strahlungsprozesse auf bemannte Missionen beurteilen. Sie kennen wissenschaftliche Datenbanken von Observationsmissionen (SOHO, SDO) und sind in der Lage, auf Level-2 Daten zuzugreifen und diese auszuwerten.
13. Inhalt:	• Grundlegende Physik • Der Ursprung der Raumstrahlung • Die Raumstrahlungsumgebung • Wechselwirkung von Strahlung mit dem Raumfahrzeug • Wechselwirkung von Strahlung mit Raumfahrtelektronik • Weltraumstrahlung und bemannte Raumfahrt • Kreieren der eigenen Wettervorhersage: Online-Demonstration

14. Literatur:	Power Point Presentations Rainer Schwenn: "Space Weather: The Solar Perspective Living Rev. Solar Phys.,3 (2006), 2 Original papers on a case-by-case basis Online US government and ESA data bases
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 487001 Vorlesung Weltraumstrahlung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Space Radiations: Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 24 h, Selbststudium: 66 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48701 Weltraumstrahlung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Benotete Studienleistung (BSL): mündlich 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 56080 Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060500200	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen: Miquel Bosch Praktikum zu Lebenserhaltungssystemen in der bemannten Raumfahrt: Gisela Detrell, Harald Helisch, Jochen Keppler Praktikum zur Missionsanalyse: Marius Schwinning Praktikum zur Erdfernerkundung mit dem Flying Laptop Satelliten: Sebastian Wenzel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden wissen beispielhaft anhand von zwei Praktika, die aus vier Angeboten zu wählen sind, wie raumfahrtspezifische Grundlagen angewandt werden und können sich nach Vorgaben selbstständig darauf vorbereiten. Die Studierenden können am Ende den Umgang und das Verhalten der betrachteten technischen Systeme erklären und bewerten.
13. Inhalt:	Die Studierenden müssen am 1. Vorlesungstermin (11. April) präsent sein, um sich für 2 aus den 4 angebotenen Praktika anzumelden. Das Angebot an Plätzen für jedes Praktikum ist limitiert. Die Studierenden werden nach einer Priorisierung am 1. Vorlesungstermin zugeordnet. Angebotenen Praktika: <u>Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen:</u> Im Rahmen des Praktikums lernen die Studierenden anhand des Sojus-Raumflugsimulators den praktischen Betrieb und Bedienung eines Raumschiffes während verschiedener Flugmanöver kennen. Zunächst wird das im Studium erworbene Wissen über Bahnmechanik vertieft und erweitert. Es werden detaillierte Informationen zum Sojus-Raumschiff und seinen Systemen vermittelt. Unter Anleitung wird das erworbene Wissen anschließend in individuellen Trainingseinheiten am Simulator

	praktisch umgesetzt. Es wird der Umgang mit üblichen komplexen Prozeduren trainiert und dabei die audiovisuelle Wahrnehmung, das räumliche Vorstellungsvermögen und die motorischen Fähigkeiten verbessert. Praktikum zu Lebenserhaltungssystemen in der bemannten Raumfahrt: In diesem Praktikum lernen die Studierenden grundlegende Konzepte von physikalisch-chemischen und biologischen Lebenserhaltungs-systemen kennen. Die Studierenden führen in kleinen Gruppen ein Kultivierungsexperiment an Mikroalgenphotobioreaktoren im Labormaßstab durch. Anschließend wird von den Studierenden, mit dem am Institut entwickelten Simulationsprogram ELISSA, eine Analyse eines Lebenserhaltungs-systems für ein definiertes Missionsszenario durchgeführt. Die im Labor und in der Simulation erhaltenen Daten müssen in einem Bericht zusammengestellt und anhand von Fachliteratur diskutiert werden. Währen der Bearbeitung werden Sprechstunden mit den Dozenten angeboten. Zum Abschluss präsentieren die Studierenden ihre Ergebnisse. Praktikum zur Missionsanalyse: Im Rahmen des Praktikums lernen die Studierenden Aspekte der Missionsplanung mit Hilfe der Astos Software. Zunächst werden die Ziele der Missionsanalyse sowie der Umgang mit der Software vermittelt. Anschließend führen die Studierenden in Partnerarbeit selbstständig eine Analyse über mögliche Missionsszenarien zu einer vorgegebenen Aufgabenstellung mit Astos durch. Zu bearbeitende Aspekte sind mögliche Trajektorien, Zielorbits, Untersuchungen des Kommunikations- und Navigationsszenarios, Gewährleistung der Energieversorgung sowie gegebenenfalls Wiedereintritt und De-Orbit Optionen. Während der Bearbeitung wird eine Sprechstunde mit dem Dozenten für Fragen angeboten. Über die Ergebnisse ist ein Abschlussbericht anzufertigen. Erdfernerkundung mit dem Flying Laptop Satelliten: Im Rahmen des Praktikums lernen die Studierenden den Umgang mit Nutzlastdaten für die Erdbeobachtung und deren wissenschaftliche Auswertung. Zunächst soll hierfür eine selbst gewählte Kampagne zum Aufzeichnen der Daten entworfen werden. Hierbei können die Kameras sowie der AIS Empfänger genutzt werden. Nachdem die Daten empfangen wurden sollen sie aufbereitet und in einem Abschlussbericht sowie einer kurzen Präsentation wissenschaftlich beleuchtet werden. Während der Bearbeitung werden Sprechstunden mit dem Dozenten angeboten.
14. Literatur:	Praktikumsunterlagen (werden bei der Einführungsveranstaltung verteilt)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 560802 Praktikum zu Brennstoffzellen und Sensorik in der Raumfahrt • 560801 Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen: 45 h (Präsenzzeit: 20 h, Selbststudium: 25 h) Praktikum zu Lebenserhaltungssystemen in der bemannten Raumfahrt: 45 h (Präsenszeit: 15 h, Selbststudium: 30 h) Praktikum zur Missionsanalyse: 45h (Präsenzzeit: 15 h, Selbststudium: 30 h) Praktikum zur Erdfernerkundung mit dem Flying Laptop Satelliten: 45 h (Präsenzzeit: 15 h, Selbststudium: 30 h)

	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 30-35 h, Selbststudium: 50-55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	56081 Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt (BSL), Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Soyuz-Simulator, Experimentelle Komponenten für Praktika, anwendungsspezifische Software
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44150 Bahnmechanik für Raumfahrzeuge

2. Modulkürzel:	060500116	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Frank Zimmermann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse über die verschiedenen bahnmechanischen Aspekte in der Raumfahrttechnik. Sie kennen die verschiedenen Störeinflüsse und können ihre Auswirkungen auf Satellitenbahnen abschätzen. Sie kennen besonders ausgezeichnete Bahnen für spezielle Raumfahrtanwendungen und können den benötigten Antriebsbedarf zum Erreichen dieser Bahnen für verschiedene Szenarien abschätzen. Sie wissen wie prinzipiell aus einfachen Beobachtungen die Bahnelemente bestimmt werden. Außerdem kennen sie die gängigsten Methoden, die in Computerprogrammen für bahnmechanische Rechnungen implementiert sind.
13. Inhalt:	• Einleitung, Definitionen und Konstanten • Bewegungsgleichung (Zwei-Körper-Problem , Dreikörper- und n-Körper-Problem, Darstellung von Satellitenbahnen - Bahnelemente) • Grundlegende Anwendungen (Keplergleichungen für elliptische, parabolische und hyperbolische Bahnen, Positionsvektoren Sonne, Mond und Planeten, Sonnenaufgang und -untergang, Sicht- und Beleuchtungsverhältnisse von Satelliten • Lösungen der Keplergleichung (elliptische parabolische und hyperbolische Bahnen, Schattenphasen von Satelliten) • Bestimmung von Bahnelementen aus Beobachtungen (Beobachtungstransformationen, Datenaufnahme) • Störungen der Keplerbewegung (Lösungsansätze auf der Basis der Bewegungsgleichung, Variation der Bahnelemente, Störungen durch Gravitationspotential, Restatmosphäre, Drittkörper, solaren Strahlungsdruck, relativistische Störung) • Manöver zur Bahnänderung (planare und nicht-planare Manöver , Startfenster, kombinierte Manöver , Rendezvous- und

	Andockmanöver Bahnen mit endlichen Schubphasen, Gravity-Assist) • Bahnmechanik in der Missionsauslegung (Orbit Design Prozess, Erdabdeckung , Sonnensynchrone Bahnen, Bahnen mit sich wiederholender Bodenspur, etc.) • Interplanetare Bahnen (Mondbahnen, Marsbahnen, etc.)
14. Literatur:	• S. Fasoulas: Manuskript zur Vorlesung Bahnmechanik für Raumfahrzeuge, jährlich aktualisiert • ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441502 Praktikum zur Bahnmechanik • 441501 Vorlesung Bahnmechanik für Raumfahrzeuge
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Bahnmechanik für Raumfahrzeuge, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 42 h) Praktikum zur Bahnmechanik: 20 h (Präsenzzeit: 7 h, Selbststudium: 13 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 35 h, Selbststudium: 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44151 Bahnmechanik für Raumfahrzeuge (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44180 Chemische Raumfahrtantriebe I

2. Modulkürzel:	060500102	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem
9. Dozenten:	Stefan Schlechtriem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben vertiefende Kenntnisse der chemischen Raumfahrtantriebe. Sie können die Betriebszyklen von Raketentriebwerken unterscheiden sowie interpretieren und kennen den Einfluss wesentlicher Geometrie-, Treibstoff- und Prozessparameter auf ihre Leistung. Sie wissen, wie sich durch Änderungen der Treibstoffkombination die Triebwerkseigenschaften beeinflussen lassen, z.B. im Hinblick auf die Treibstoffförderung und - aufbereitung, die Zündung oder die Verbrennung. Sie kennen die wesentlichen Komponenten und Leistungskennzahlen eines Triebwerks und können die Komponenten für vorgegebene Betriebszyklen und Triebwerksleistungen auslegen.
13. Inhalt:	Triebwerksprozesse und -komponenten von Flüssigkeitsantrieben Treibstoffarten und Treibstoffförderung Treibstoffeinspritzung und -aufbereitung, Zündung Treibstoffumsetzung und Verbrennungsinstabilitäten Wärmelasten und Kühlung, Wandmaterialien und Bauweisen Düsenströmung Betriebszyklen von Triebwerken
14. Literatur:	Skripte zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441801 Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe I • 441802 Übungen Chemische Raumfahrtantriebe I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Chemische Raumfahrtantriebe I, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h,Selbststudium: 32 h) Chemische Raumfahrtantriebe I, Übungen: 30 h (Präsenzzeit: 14 h,Selbststudium: 16 h)

	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 32 h, Selbststudium: 48 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44181 Chemische Raumfahrtantriebe I (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Chemische Raumfahrtantriebe

Modul: 44190 Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel

2. Modulkürzel:	060500103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem
9. Dozenten:	Stefan Schlechtriem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreicher Abschluss des Moduls Chemische Raumfahrtantriebe I (060500102) wünschenswert, jedoch nicht Voraussetzung
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen im Einsatz befindliche Triebwerke und deren Komponenten, ihre jeweiligen Leistungs- und Belastungsgrenzen sowie die Gründe für diese Grenzen. Sie wissen welche wesentlichen thermischen, fluiddynamischen, mechanischen und verfahrenstechnischen Grundlagen bzw. Randbedingungen bei der Auslegung und Herstellung der Komponenten von realen Triebwerken beachtet werden müssen. Sie kennen die Verbindung zwischen den Komponenten und wissen, wie sich Änderungen auf das Gesamtsystem eines Triebwerks auswirken. Sie kennen die wesentlichen Bauweisen / Werkstoffe zur Herstellung der Triebwerkskomponenten und können sie Triebwerken zuordnen.
13. Inhalt:	Überblick Raumtransportsysteme und Landetechnologien Überblick Feststoffantriebe und Flüssigtreibstofftriebwerke Europäische und russische Träger und Triebwerkssysteme Aspekte zur Auslegung von Turbomaschinen Schubkammeraufbau, Materialien und Produktion Strukturmechanische Aspekte im Triebwerksdesign
14. Literatur:	Skripte zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441901 Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit: 28 h,Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44191 Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	lecture notes, additional lecture slides
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Chemische Raumfahrtantriebe

Modul: 44340 Elektrische Raumfahrtantriebe

2. Modulkürzel:	060500104	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Georg Heinrich Herdrich
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der elektrischen und unkonventionellen Raumfahrtantriebe. Sie kennen die physikalischen Grundlagen für ihren Betrieb und können die Betriebsparameter unterscheiden sowie interpretieren. Sie kennen den Einfluss wesentlicher Geometrie-, Treibstoff- und Prozessparameter auf ihre Leistung. Sie kennen die wesentlichen Komponenten und Leistungskennzahlen eines Triebwerks und können die Komponenten auslegen. Sie kennen im Einsatz befindliche Triebwerke und deren Komponenten, ihre jeweiligen Leistungs- und Belastungsgrenzen sowie die Gründe für diese Grenzen. Sie wissen, wie derartige Triebwerke für den realen Einsatz qualifiziert werden.
13. Inhalt:	• Geschichte elektrischer Antriebe, Überblick durchgeführte Missionen • Allgemeine Grundlagen von Raketen mit einer vom Treibstoff getrennten Energiequelle, widerstandsbeheizte Triebwerke • Grundlagen für Lichtbogen- und magnetoplasmadynamische Triebwerke • Grundlagen für elektrostatische Triebwerke • Vorstellung verschiedener realisierter Triebwerke • Qualifikation elektrischer Raumfahrtantriebe (Anforderungen, Bodentestanlagen, Vakuumsysteme, Schubbestimmung, etc.) • Überblick unkonventioneller Raumfahrtantriebe • Vorstellung verschiedener unkonventioneller Triebwerkskonzepte, deren physikalische Grundlagen sowie deren Entwicklungsstand

14. Literatur:	Skript zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443401 Vorlesung Elektrische und unkonventionelle Raumfahrtantriebe
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h(Präsenzzeit: 35 h, Selbststudium: 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44341 Elektrische Raumfahrtantriebe (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44350 Energiesysteme für die Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060500107	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Stefan Belz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Grundlagen der in der Raumfahrt eingesetzten bzw. für einen Einsatz diskutierten Energiesysteme zu verstehen, zu unterscheiden und zu bewerten. Sie besitzen Grundkenntnisse über die vorherrschenden Energiesysteme sowie über die wichtigsten Randbedingungen zu ihrer Auslegung, insbesondere auch im Vergleich zu terrestrischen Anwendungen.
13. Inhalt:	In diesem Modul werden mögliche Energiesysteme für die Raumfahrt vorgestellt, mit einem Schwerpunkt in der Energiewandlung und -speicherung. Einzelthemen behandeln die Konfiguration eines Energiesystems, Grundlagen der Kernspaltung und -fusion, Radioisotopengeneratoren, Kernreaktoren, thermoelektrische / thermoionische / thermo-photovoltaische Wandler, photovoltaische und solardynamische Wandler, chemische Batterien und Akkumulatoren, Brennstoff- und Elektrolysezellen, Gesamtsystembetrachtungen. Ergänzt wird die Vorlesung durch zugehörige Übungen.
14. Literatur:	S. Fasoulas, Manuskript zur Vorlesung Energiesysteme, jährlich aktualisiert ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443501 Vorlesung Energiesysteme für die Raumfahrt • 443502 Übung Energiesysteme für die Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 42 h, Selbststudium: 48 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	44351	Energiesysteme für die Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme	

Modul: 44380 Experimentelle Simulation des Wiedereintritts

2. Modulkürzel:	060500114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Stefan Löhle
9. Dozenten:	Stefan Löhle Stefanos Fasoulas
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende des Moduls haben die Studierenden einen vertieften Überblick über die typischen Messverfahren für hochenergetische Strömungen, wie sie insbesondere für die Charakterisierung von Wiedereintrittsströmungen oder auch für elektrische Raumfahrtantriebe eingesetzt werden. Sie kennen das Einsatzpotenzial und die -grenzen, können die eintretenden Messfehler beurteilen und geeignete Verfahren für einen spezifischen Fall bewerten sowie auswählen. Anhand von Laborveranstaltungen und Praktikas besitzen die Studierenden auch grundlegende praktische Erfahrungen einzelner Messverfahren.
13. Inhalt:	• Einleitung, Grundlagen der Messtechnik (Druck, Temperatur, Massenflüsse, Strahlung, etc. • Mechanische Sonden für hochenergetische Strömungen (Totaldruck-, Wärmestromdichte-, Enthalpiesonden) • Massenspektrometrie • Langmuirsonden • Aktive und passive spektroskopische Verfahren (Pyrometrie, Radiometrie, Emissionsspektroskopie, Laserdiagnostik, etc.)
14. Literatur:	S. Löhle et al.: Manuskript zur Vorlesung Messverfahren für hochenthalpe Strömungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443801 Vorlesung Messverfahren für hochenthalpe Strömungen • 443802 Praktikum Messverfahren für hochenthalpe Strömungen • 443803 Praktikum Labor Mini-PWK • 443804 Praktikum Vakuumpraktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Messverfahren für hochenthalpe Strömungen, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 32 h), Messverfahren für hochenthalpe Strömungen, Praktikum: 30 h (Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium: 16 h), Labor Mini-PWK, Praktikum: 30 h (Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium: 16 h), Vakuumpraktikum: 30 h (Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium: 16 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44381 Experimentelle Simulation des Wiedereintritts (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44400 Fernerkundung

2. Modulkürzel:	062000301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nicolaas Sneeuw
9. Dozenten:	Nicolaas Sneeuw Uwe Sörgel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen durch das Teilmodul "Erderkundung die fundamentale Rolle von Geoid und Schwerefeld in erdwissenschaftlichen Disziplinen. Sie können einschätzen, wann, wie und wo die Methodik der raumgestützte Geodäsie in aktuellen praktischen Fragestellungen eingesetzt wird. Sie verstehen die Messprinzipien und Datenprozessierung hinter aktuellen geodätischen Satellitenmissionen. Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Teilmoduls "Optische Fernerkundung den Einsatz von optischen Fernerkundungssystemen (Digitale Kameras auf Flugzeugen, Satelliten und UAVs) sowie flugkörpergetragenes Laser Scanning planen, die erfassten Daten prozessieren und Genauigkeitsabschätzungen durchführen.
13. Inhalt:	Geschichte der Geodäsie Modelle der Erde (Kugel, Ellipsoid, Geoid) Gravitation und Schwere Messmethoden der Geodäsie sowie geodätische Raumverfahren Satellitenaltimetrie und -gravimetrie Anwendungen der Geodäsie in den Erdwissenschaften Einführung in die optische Datenerfassung (Photogrammetrie) mathematische Modelle zwischen Bild- und Objektraum Bildflugplanung am Flugsimulator, Bündelblockausgleichung Kalibration von photographischen Sensoren, Landnutzungsklassifikation Einführung in Laser Scanning Integration von DGPS/INS-Beobachtungen Auswertung/Georeferenzierung von Punktwolken Kalibration von Laser Scannern Ausblick auf Veredelung von Punktwolken (Stadmodelle, Vegetationsmodelle, Digitales Oberflächenmodell, Digitales Geländemodell)
14. Literatur:	Skripten, Matlab Torge, W. (2003) Geodäsie. De Gruyter, Berlin (2. Aufl.) Seeber, G (1999) Satellitengeodäsie, De Gruyter, Berlin Albertz J (2001), Einführung in die Fernerkundung. Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern, Wissenschaftliche Karl Kraus (2004) Photogrammetrie de Gruyter

	Thomas Luhmann (2003) Nahbereichsphotogrammetrie, Wichmann
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444001 Vorlesung Erderkundung • 444002 Vorlesung Optische Fernerkundung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Erderkundung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudiumszeit 62 h) Optische Fernerkundung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudiumszeit 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudiumszeit 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44401 Fernerkundung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Höhere Geodäsie

Modul: 44600 Kinetische Gastheorie

2. Modulkürzel:	060700163	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Wolfersdorf, Jens von; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Fasoulas, Stefanos; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die gaskinetischen Gebiete und können diese anhand thermodynamischer Parameter unterscheiden. • Die Studierenden kennen die mikroskopischen Definitionen von Zustandsgrößen und deren mathematische Darstellung. • Die Studierenden verstehen das unterschiedliche Stoffverhalten von idealen Gasen in den gaskinetischen Gebieten. • Die Studierenden können gaskinetische Effekte bei Anwendungen der Luft- und Raumfahrttechnik bewerten und den Gültigkeitsbereich von Kontinuumsverfahren einschätzen.
13. Inhalt:	• Aufgaben und Methoden der Kinetischen Gastheorie, Verteilungsfunktion und makroskopische Zustandsgrößen, Beschreibung von Gasgemischen • Molekulare Geschwindigkeitsverteilung, Stoßfrequenz, Transporteigenschaften in mäßig verdünnten Gasen und in stark verdünnten Gasen • Die Maxwellverteilung und ihre Eigenschaften, Darstellung der Maxwellverteilung und Mittelwerte der molekularen Geschwindigkeiten, Effusion, Mittelwert der Relativgeschwindigkeit, Berechnung der Stoßfrequenz, Anregung innerer Freiheitsgrade • Randbedingungen in verdünnten Gasen, Sprünge der Zustandsgrößen an Wänden, Wärmeleitung im stationären Fall, Hagen-Poiseuille-Strömung

	• Boltzmanngleichung, Ansätze zur Lösung insb. Chapman-Enskog, Ableitung Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen, numerische Lösungsansätze insb. Direct Simulation Monte Carlo
14. Literatur:	Umdrucke, Vorlesungsaufschrieb, Folien Arnold Frohn: Einführung in die Kinetische Gastheorie, 2. Aufl. Wittwer, 2006 Dieter Hänel: Molekulare Gasdynamik, Springer, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446002 Übung Kinetische Gastheorie • 446003 Tutorium Kinetische Gastheorie • 446001 Vorlesung Kinetische Gastheorie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kinetische Gastheorie, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Kinetische Gastheorie, Übungen: 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Kinetische Gastheorie, Seminar (freiwillig): 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Gesamt: 105h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 70 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44601 Kinetische Gastheorie (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Messmethoden der Thermodynamik in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 44610 Kleinsatellitenentwurf

2. Modulkürzel:	060500105	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Prof. Sabine Klinkner Michael Lengowski diverse
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Studierende verfügen über das grundlegende Wissen für die Entwicklung, den Bau und die Verifikation eines Kleinsatelliten. Sie kennen die Potentiale und Grenzen kleiner Satelliten. Weiterhin verfügen die Studenten über die Fähigkeit zur Auslegung der Nutzlast und des Satellitenbusses. Dies umfasst detaillierte Kenntnisse über die Satellitenstruktur, das Thermalsystem, das Lageregelungssystem sowie die Satellitenelektronik. Die Studenten besitzen die Fähigkeit, Basissimulationen der Kleinsatellitenentwicklung eigenständig durchzuführen
13. Inhalt:	Vorlesung Kleinsatellitenentwurf: - Grundlagen der Kleinsatellitenentwicklung - Kleinsatellitenstrukturen - Entwicklung des Thermalkontrollsystems - Entwicklung des Lageregelungssystem - Elektrisches System - Kleinsatellitensysteme anhand von Satellitenbeispiele Praktikum Kleinsatellitenentwurf: - Durchführung von Machbarkeitsuntersuchen an einer gegebenen Satellitenmission - Ermittlung der Systembudgets - Grundlegende Auslegung der Nutzlast und des Satellitenbusses - Präsentation der Ergebnisse Seminar Kleinsatellitenentwurf: - Orbitanalysen von Kleinsatelliten - Thermische Analyse von Kleinsatelliten - Mechanischen Analyse von Kleinsatelliten
14. Literatur:	Skripte zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446101 Vorlesung Kleinsatellitenentwurf • 446102 Seminar Kleinsatellitenentwurf

	• 446103 Praktikum Kleinsatellitenentwurf
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kleinsatellitenentwurf, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 32 h) Kleinsatellitenentwurf, Seminar: 30 h (Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium: 16 h) Kleinsatellitenentwurf, Praktikum: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 110 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44611 Kleinsatellitenentwurf (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 Vorlesung Kleinsatellitenentwurf: schriftlich (60min) , Wichtung: 34% Seminar und Praktikum Kleinsatellitenentwurf: Projektarbeit, Wichtung 66%
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 44700 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	062000303	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nicolaas Sneeuw
9. Dozenten:	Nicolaas Sneeuw
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende der LV ist der Studierende in der Lage, die in der Luft- und Raumfahrt und für die Geodäsie fundamentalen Begriffe Bezugssystem und Bezugsrahmen und ihre Festlegung zu verstehen, zu unterscheiden und einzusetzen. Er hat ein Grundverständnis für die den Transformationen zugrunde liegenden physikalischen Ursachen und ihrer Einflüsse auf die Festlegung raumfester, erdfester und bewegter Bezugssysteme. Ebenso ist er in der Lage, selbstständig die Korrekturen für Präzession, Nutation, Polbewegung zu ermitteln und die präzise Transformation zwischen raumfesten und erdfesten Bezugsrahmen in der Praxis durchzuführen. Er besitzt Grundkenntnisse über die in Deutschland vorherrschenden legalen Kartenkoordinaten (Gauß-Krüger und UTM) und beherrscht die in der Raumfahrt und Satellitengeodäsie verwendeten Zeitskalen und Zeitsysteme.
13. Inhalt:	• Geodätische Koordinaten und -systeme (3D) sowie deren Transformation: kartesische Systeme, krummlinige Systeme (sphärisch, ellipsoidisch), • Einführung Kartenkoordinaten(systeme), • Drehmomente, -kräfte, -tensor, Kinematik und Dynamik im rotierenden System • konventionelle Referenzsysteme und -rahmen • Erdrotation, Präzession, Nutation, Polbewegung • Tisserand-Prinzip, no net rotation, globale und regionale Netze • Zeit und Zeitsysteme: Auf der Erdrotation gegründete Zeitsysteme, Zeitsysteme der Himmelsmechanik, Atomzeitsysteme,

14. Literatur:	Seeber, Satellite geodesy, de Gryuter, 2003 Vorlesungsskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447001 Vorlesung Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudiumszeit 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44701 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Höhere Geodäsie

Modul: 44830 Mechanische Systeme

2. Modulkürzel:	069901103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strukturdynamik (9 LP) oder Strukturdynamik (6 LP) und Einf. in die Finite Elemente Methode
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten Kriterien zur Klassifizierung, zur Analyse und zur Stabilität mechanischer Systeme, • kennen die wichtigsten rheologischen Systemansätze zu Beschreibung von Materialdämpfung und Hysterese, • können lineare mechanische Systeme mit beliebiger Dämpfungsmatrix analysieren, • können passive Schwingungstilgersysteme analysieren und auslegen, • kennen die Grundlagen für semiaktive und aktive Tilger, • kennen den theoretischen Hintergrund der wichtigsten experimentellen Verfahren zur Strukturanalyse und -identifikation, • erhalten einen ersten Einblick in Kreiselprobleme, Flatterprobleme und die Theorie der Störungsrechnung, • können einfache Verfahren zur Modellreduktion anwenden.
13. Inhalt:	• Dämpfungsphänomene, -klassifizierung und -modellierung, • Zusätzliche Zustandsgrößen • Zusammenfassung und Ausbau der Theorie zur Dämpfung linearer Systeme • Schwingungstilgung • Systemidentifikation und experimentelle Modalanalyse • Gyroskopische und zirkulatorische Kräfte • Klassifizierung, Analyse und Stabilität mechanischer Systeme • Modellreduktion
14. Literatur:	• Argyris, J. , Faust, G. , Haase, M.: Die Erforschung des Chaos. Braunschweig Wiesbaden : Vieweg, 1994

	• Fliege, N.: Systemtheorie. Stuttgart : Teubner, 1991 • Elspass, W.J., Flemming, M.: Aktive Funktionsbauweisen : eine Einführung in die Struktronik. Berlin , Heidelberg : Springer, 1998 • Ewins, D.J.: Modal testing : theory, practice and application. 2. Aufl. Baldock , Hertfordshire : Research Studies Press, 2000 • Gasch, R. , Nordmann, R. , Pfützner, H.: Rotordynamik. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer, 2002 • Hamel, G.: Theoretische Mechanik. Berlin [u.a.] : Springer, 1978 • Isermann, R.: Identifikation dynamischer Systeme. Band 1 und 2. 2. Aufl. Berlin , Heidelberg : Springer, 1992 • Natke, H.G.: Einführung in Theorie und Praxis der Zeitreihen- und Modalanalyse. 3. Aufl. Braunschweig , Wiesbaden : Vieweg, 1992 • Schwertassek, R. , Wallrapp, O.: Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme.Braunschweig , Wiesbaden : Vieweg, 1999 • Skript • zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448301 Vorlesung Mechanische Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung mit Übungen
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44831 Mechanische Systeme (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, kleine Experimente
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 44860 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen

2. Modulkürzel:	060500113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Jens Wolfersdorf Georg Heinrich Herdrich
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die gaskinetischen Gebiete und können diese anhand thermodynamischer Parameter unterscheiden. Sie kennen die mikroskopischen Definitionen von Zustandsgrößen und deren mathematische Darstellung, verstehen das unterschiedliche Stoffverhalten von idealen Gasen in den gaskinetischen Gebieten und können gaskinetische Effekte bei Anwendungen der Luft- und Raumfahrttechnik bewerten und den Gültigkeitsbereich von Kontinuumsverfahren einschätzen. Die Studierenden kennen die auftretenden aerothermodynamischen Phänomene während des Eintritts von Raumflugkörpern in eine Atmosphäre sowie deren physikalischen Ursprung. Sie kennen verschiedene Modelle für die numerische Simulation derartiger Phänomene und wissen über deren Gültigkeits- und Genauigkeitsbereich.
13. Inhalt:	• Kinetische Gastheorie: Aufgaben und Methoden, Verteilungsfunktion und makroskopische Zustandsgrößen, Beschreibung von Gasgemischen, molekulare Geschwindigkeitsverteilung, Stoßfrequenz, Transporteigenschaften in mäßig und stark verdünnten Gasen, Maxwellverteilung und ihre Eigenschaften, Darstellung der Maxwellverteilung und Mittelwerte der molekularen Geschwindigkeiten, Effusion, Mittelwert der Relativgeschwindigkeit, Berechnung der Stoßfrequenz, Anregung innerer Freiheitsgrade, Randbedingungen in verdünnten Gasen, Sprünge der Zustandsgrößen an Wänden, Wärmeleitung im stationären Fall, Hagen-Poiseuille-Strömung • Aerothermodynamik: Boltzmanngleichung - Ansätze zur Lösung insbesondere Chapman-Enskog, Ableitung Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen, numerische Lösungsansätze insb. Direct Simulation Monte Carlo. Wiedereintrittstrajektorie, Gas- und Strömungsnatur, aerothermodynamische Phänomene und Effekte, Erhaltungsgleichungen, Hochtemperatureffekte

	(thermochemische Relaxationen, Mehr-Temperatur-Modelle, Quellterme der Speziesgleichungen, Reaktionsschema für Hochtemperatur-Luft,Gleichgewichtskonstanten), Transportkoeffizienten, Gas-Oberflächenwechselwirkung, Gasstrahlung
14. Literatur:	Umdrucke, Vorlesungsaufschrieb, Folien Arnold Frohn: Einführung in die Kinetische Gastheorie, 2. Aufl. Wittwer, 2006 Dieter Hänel: Molekulare Gasdynamik, Springer, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448603 Vorlesung Aerothermodynamik • 448601 Vorlesung Kinetische Gastheorie • 448602 Seminar Kinetische Gastheorie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kinetische Gastheorie, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 56 h) Kinetische Gastheorie, Übungen: 21 h (Präsenzzeit: 7 h, Selbststudium: 14 h) Aerothermodynamik, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Gesamt: 195 h (Präsenzzeit: 63 h, Selbststudium: 132 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44861 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44980 Plasmatechnik

2. Modulkürzel:	060500119	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	7	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Georg Heinrich Herdrich
9. Dozenten:	Georg Heinrich Herdrich Stefan Löhle Christian Sleziona
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Nach diesem Modul haben die Studierenden einen Überblick bezüglich der terrestrischen und raumfahrtbezogenen Anwendungsgebiete der Plasmatechnologie. Über das Verständnis der Plasmaströmungen hinausgehend, kennen die Studierenden terrestrische Plasmaanwendungen und die hierfür relevanten Plasmasysteme. Mit der Kenntnis der Funktion der Plasmasysteme und von Zweiphasenströmungen erkennen die Studierenden die Komplexität der Plasmaanwendungen und sind in der Lage, Einordnungen und Interpretationen für die technischen Anwendungen sowie den zugehörigen Plasmasystemen zu erbringen. Schließlich haben sie auch einen vertieften Überblick über die typischen Messverfahren, die zur Charakterisierung dieser hochenergetischen Strömungen eingesetzt werden.
13. Inhalt:	• Messverfahren für hochenthalpe Strömungen: Einleitung, Grundlagen der Messtechnik (Druck, Temperatur, Massenflüsse, Strahlung, etc.), Mechanische Sonden für hochenergetische Strömungen (Totaldruck-, Wärmestromdichte-, Enthalpiesonden), Massenspektrometrie, Langmuirsonden, aktive und passive spektroskopische Verfahren (Pyrometrie, Radiometrie, Emissionsspektroskopie, Laserdiagnostik, etc.). • Plasmaströmungen für Raumfahrtanwendungen: Grundlagen der Gasentladung, Plasmaeigenschaften, Erhaltungssätze für mehrkomponentiges Plasma, Relaxationszeiten (Reaktionen, Temperatur und Drift), Plasmaschwingungen, Ohmsches Gesetz für Plasmen, Plasmagrenzschicht, Magnetohydrodynamik, Erzeugung von Laborplasmen. • Plasmaverfahren für industrielle Prozesse: Einführung und Grundlagen, geschichtlicher Überblick, Industrielle Anwendung von Gleichstromplasmaquellen, Zweiphasenströmungen, Gleichstromplasmaquellen, gepulste Plasmaquellen, induktive und dielektrische Plasmaquellen, industrielle Anwendung induktiver Plasmaquellen, Mikrowellenplasmaquellen, Barriereentladungen u. Laserprozesse.
14. Literatur:	Umdrucke, Vorlesungsaufschrieb, Folien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449801 Vorlesung Messverfahren für hochenthalpe Strömungen • 449803 Vorlesung Plasmaströmungen für Raumfahrtanwendungen

	• 449804 Vorlesung Plasmaverfahren für industrielle Prozesse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Messverfahren für hochenthalpe Strömungen, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 32 h) Messverfahren für hochenthalpe Strömungen, Praktikum: 30 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 16 h) Plasmaströmungen für Raumfahrtanwendungen, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Plasmaverfahren für industrielle Prozesse, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 270 h (Präsenzzeit 98 h, Selbststudium 172 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44981 Plasmatechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 45020 Raumfahrtinstrumente

2. Modulkürzel:	060500111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Ralf Srama
9. Dozenten:	Ralf Srama Volker Liebig
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen die Grundlagen der Weltraumsensorik und haben einen Überblick über optische Instrumente. Sie können verschiedene in-situ Techniken benennen und Spektrometer charakterisieren. Sie können das wissenschaftliche Potential von Instrumenten bewerten und sind in der Lage, die verschiedenen Messtechniken zu beschreiben. Sie wissen die Grundlagen der physikalischen Methoden der Sensorik. Die Studierenden kennen die wesentlichen Anwendungssatelliten der Erdbeobachtung, ihren Einsatzbereich und ihre Sensorik. Die Studierenden wissen die Grundlagen der IR Beobachtung (SOFIA) und die Möglichkeiten und Grenzen der UAV Beobachtungstechnik. Sie kennen die Betriebsbedingungen von erdnahen Beobachtungstechniken bis zu interplanetaren Missionen.
13. Inhalt:	
14. Literatur:	Principles of Space Instrument Design, A. M. Cruise et al., Cambridge Univ. Press, 1998, Vortragsfolien zu Vorlesungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450201 Vorlesung Satelliteninstrumente • 450202 Übung Satelliteninstrumente • 450203 Vorlesung Anwendungssatelliten • 450204 UAV-Seminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Satelliteninstrumente, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 32 h), Satelliteninstrumente, Übungen: 30 h (Präsenzzeit: 7 h, Selbststudium: 23 h), Anwendungssatelliten: 60 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 32 h), UAV-Seminar:30 h (Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium: 16 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit: 77 h, Selbststudium: 103 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45021 Raumfahrtinstrumente (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 45030 Raumfahrttechnik II

2. Modulkürzel:	060500101	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	8	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Stefan Schlechtriem Georg Heinrich Herdrich Michael Lengowski
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen fortgeschrittenen Überblick über die wichtigsten ingenieurwissenschaftlichen Themen der Raumfahrttechnik vom Start, dem Einsatz im Weltraum bis zum Wiedereintritt von Raumflugkörpern. Für chemische Raumfahrtantriebe können Sie die Betriebszyklen von Raketentriebwerken unterscheiden sowie interpretieren und kennen den Einfluss wesentlicher Geometrie-, Treibstoff- und Prozessparameter auf ihre Leistung. Sie wissen, wie sich durch Änderungen der Treibstoffkombination die Triebwerkseigenschaften beeinflussen lassen, z.B. im Hinblick auf die Treibstoffförderung und -aufbereitung, die Zündung oder die Verbrennung. Sie kennen die wesentlichen Komponenten und Leistungskennzahlen eines Triebwerks und können die Komponenten für vorgegebene Betriebszyklen und Triebwerksleistungen auslegen. Für Kleinsatelliten verfügen die Studierenden über das grundlegende Wissen für die Entwicklung, den Bau und die Verifikation. Sie kennen die Potentiale und Grenzen kleiner Satelliten. Weiterhin verfügen die Studenten über die Fähigkeit zur Auslegung der Nutzlast und des Satellitenbusses. Dies umfasst detaillierte Kenntnisse über die Satellitenstruktur, das Thermalsystem, das Lageregelungssystem sowie die Satellitenelektronik. Für den Wiedereintritt haben die Studierenden einen vertieften Überblick über die wesentlichen Technologien, die beherrscht werden müssen. Sie kennen die relevanten Missionen und diskutierten Missionsszenarien sowie die technologischen Herausforderungen, insbesondere für Hitzeschutzsysteme, die relevanten Materialien und deren Eigenschaften. Sie wissen, wie derartige Eigenschaften in Bodentestanlagen und durch den Einsatz von verschiedenen Messsystemen im realen Flug untersucht sowie qualifiziert werden.
13. Inhalt:	• Chemische Raketenantriebe I: Triebwerksprozesse und -komponenten, Treibstoffarten und -förderung , Einspritzung und Aufbereitung, Zündung, Umsetzung und Instabilitäten, Wärmelasten und Kühlung, Wandmaterialien und Bauweisen, Düsenströmung, Betriebszyklen von Triebwerken

	• Kleinsatellitenentwurf Vorlesung:Grundlagen der Kleinsatellitenentwicklung,Strukturen, Thermalkontrollsystem, Lageregelungssystem, elektrische Architekturen und Leistungselektroniken für Kleinsatelliten, Einführung in das Projektmanagement, Systeme anhand von Satellitenbeispiele, Orbitanalysen, thermische und mechanische Analyse • Wiedereintrittstechnologie: Trajektorien, De-orbit-Manöver, Missionen und Fahrzeugkonzepte, Konzepte für Thermalschutzsysteme, Wesentliche Eigenschaften der Wiedereintrittsplasmen, Bodentestanlagen , Ausgewählte Instrumentierungen für Wiedereintrittskörper
14. Literatur:	Skripte zu Vorlesungen, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450301 Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe I • 450302 Übung Chemische Raumfahrtantriebe I • 450303 Vorlesung Kleinsatellitenentwurf • 450304 Übung Kleinsatellitenentwurf • 450305 Vorlesung Wiedereintrittstechnologie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Chemische Raumfahrtantriebe I, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h,Selbststudium: 32 h) Chemische Raumfahrtantriebe I, Übungen: 30 h (Präsenzzeit: 14 h,Selbststudium: 16 h) Kleinsatellitenentwurf, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Wiedereintrittstechnologie, Vorlesung 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62h) Gesamt: 270 h (Präsenzzeit: 112 h, Selbststudium: 158 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45031 Raumfahrttechnik II (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Chemische Raumfahrtantriebe (33,3%): schriftlich 60 Min. Kleinsatellitenentwurf (33,3%): schriftlich 60 Min. Wiedereintrittsmissionen (33,3%): schriftlich 60 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 45040 Raumsonden

2. Modulkürzel:	060500123	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Alfred Krabbe
9. Dozenten:	Alfred Krabbe et al.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten lernen eine Reihe von typischen astronomischen Satellitenmissionen kennen. Sie verstehen deren wissenschaftliche Zielsetzung, sowohl im planetaren Rahmen, in der Galaxis und darüber hinaus im größeren Universum. Sie lernen die Auswirkung der konkreten wissenschaftlichen Missionsziele auf die Auslegung der individuellen Missionen abzuschätzen. Sie lernen dabei den Systemaspekt wissenschaftlicher Missionen kennen, bei denen viele Systemgruppen erfolgreich zusammenwirken. Die Studenten lernen aktuelle astronomische Messverfahren und Beobachtungstechniken am Boden und auf Satelliten kennen sowie deren technische und technologische Umsetzung. Sie lernen mit solchen Missionen erzielte Ergebnisse und deren Bedeutung für die astronomische und planetare Forschung exemplarisch kennen.
13. Inhalt:	Überblick über das Sonnensystem Überblick über astronomische Forschungsthemen Überblick über wissenschaftliche Missionsziele interplanetarer Missionen Überblick über die Gründe für astronomische Satellitenmissionen Vorstellung konkreter Sonden für interplanetare Missionen Vorstellung verschiedener Astronomiesatelliten Diskussion der Randbedingungen und des Layouts verschiedener Missionen Missionskritische Technologien Vorstellung beispielhafter wissenschaftliche Ergebnisse
14. Literatur:	Skripte zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien Lecture notes, complementary slides
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450402 Vorlesung Astronomiemissionen • 450401 Vorlesung Planetenmissionen

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Planetenmissionen: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Astronomiemissionen: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45041 Raumsonden (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugastronomie und Extraterrestrische Raumfahrtmissionen

Modul: 45100 Satellitenbetrieb

2. Modulkürzel:	060500117	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Christoph Nöldeke Jens Eickhoff
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Satellite Communication (in englischer Sprache): • Die Studierenden besitzen einen Überblick über die gängisten Satellitenkommuniktionssysteme • Sie verfügen über die Fähigkeit der Auslegung eines Kommunikationssystems für Satelliten • Sie kennen das Basiswissen der Kodierung und Dekodierung von Signalen • Die Studierenden kennen die Techniken der Antennenauslegung • Sie erhalten das Basiswissen über die Satellitenkontrolle und die Beschaffenheit des Bodensegments Onboard Computers, Onboard Software und Satellite Operations: • Die Studierenden werden eingeführt in die Hardwaretechnologie von Onboardcomputern, insbesondere für Satelliten und Sonden • Sie erlernen Softwaredesign und Entwicklungsmethodik moderner Onboardsoftware • Sie erhalten einen grundlegenden Einblick in die dynamische SW Interaktion mit der Satelliten Hardware. • Das Basiswissen und grundlegende Betriebskonzepte für das Operations von Satelliten und Sonden vom Boden werden vermittelt • Die Studierenden erhalten eine Einführung in international gebräuchliche Satellitenkommunikations- und Servicestandards wie CCSDS und PUS. Praktikum zum Raumflugbetrieb • Die Studierenden verfügen über das Basiswissen des bodenseitigen Betriebs von Satelliten.
13. Inhalt:	Satellite Communication (in englischer Sprache): • Einteilung der Satellitenkommunikationssysteme und Organisation des Kommunikationsgeschäftes • Konvektivität und Abdeckung von Kommunikationssystemen • Grundlagen der Wellenform, Zugriffspläne, Linkbudgets, digitale Satellitenkommunikationsverbindungen und Antennen

	• Kommunikationsnutzlast und EMV-Problematik • Technologie des Bodensegments und der Satellitenkontrolle • Überblick über Software Defined Radio und Amateurfunk Onboard Computers, Onboard Software und Satellite Operations: • Technologie von Onboardcomputern, insbesondere für Satelliten und Sonden. • Technologie und Entwicklungsmethodik moderner Onboardsoftware und Design der Software Interaktion mit der Satelliten Hardware. • Operations von Satelliten und Sonden vom Boden • Zugehörige Techniken der Satellitenbedienung im Nominal- und Fehlerfall • Datenprotokolle und Servicearchitektur zu Satellitenkommandierung und Telemetrieübertragung
14. Literatur:	Lehrbücher: Jens Eickhoff: Onbord Computers, Onboard Software and Satellite Operations, Springer, 2011, ISBN 978-3-642-25170-2 Christoph M. Nöldeke: 'Satellite Communications' MV-Wissenschaft, Münster, 2012, ISBN 978-3-86991-401-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451001 Vorlesung Satellitenkommunikation • 451002 Vorlesung Onboard Computers, Onboard Software & Satellite Operations • 451003 Praktikum zum Raumflugbetrieb
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Satellitenkommunikation, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Onboard Computers, Onboard Software und Satellite Operations, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45101 Satellitenbetrieb (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Mündlich, 2 x 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 45120 Satellitennavigation

2. Modulkürzel:	062100001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alfred Kleusberg
9. Dozenten:	Doris Becker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden der Satellitennavigation. Sie können Fehlerquellen bei der Satellitennavigation benennen, deren Größenordnung abschätzen und wissen, mit welchen Methoden sie verringert oder eliminiert werden können.
13. Inhalt:	Funktionsprinzip des Satellitennavigationssystems GPS umfasst: zugehörige Bezugssysteme (WGS84, ITRFxx), Zeitsysteme, Satellitenbahnen - Erweiterung der ungestörten Keplerbewegung auf gestörte Keplerbewegung (oscullierende Keplerelemente, Störeinflüsse (Art und Größe)), Berechnung der Satellitenposition, Darstellung und Übertragung der Orbitparameter (Broadcast-Ephemeriden, Almanach), Präzise Ephemeriden, Konstellation, Signalaufbau: Träger, Codes, Message, zur Wahl der Wellenlänge des Trägers, Modulation, Generierung und Eigenschaften von PRN-Codes, Korrelationsverhalten der Codes, Ausbreitung der GPS-Signale (Maxwells Gleichungen, Refraktivität, dispersive Medien, Gruppengeschwindigkeit,...), Beschreibung der ionosphär. und troposphär. Refraktion (Appleton-Harttree-Formel, Smith- und Weintraub-Formel), Korrekturmodelle für Refraktion (TECValues, Klobuchar Modell, Hopfield-Modell), Modellierung weiterer Fehlereinflüsse auf die Messung (Uhrenfehler, Bahnfehler), Aufgaben des Empfängers, Signalidentifizierung, Prinzip der Laufzeitmessung, Unterscheidung von Signalen, Empfängerdesign, Modellbildung für Pseudostrecken, Positionierung mit Auswertung der Codeinformation, NMEA: Standard-Format für die Navigation, Differentielle Techniken (SAPOS, GBAS, SBAS), Analyse von Korrekturdaten (Arten, Übertragung, Formate: RTCM, RTCA)

14. Literatur:	Online-Skript, IS-GPS-200D
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451201 Vorlesung Satellitennavigation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenszeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45121 Satellitennavigation (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PPT-Präsentation
20. Angeboten von:	Navigation

Modul: 45130 Satellitenregelung

2. Modulkürzel:	060200118	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	-
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die wichtigsten Regelungssysteme für Satelliten. • Die Studierenden sind in der Lage, das Regelungssystem in den sys-temtechnischen Rahmen einzuordnen, der durch den Satellitenentwurf und die Missionsaufgabe gegeben ist. • Die Studierenden kennen grundlegende Verfahren und Algorithmen zur Bewegungsbestimmung (Navigation) und zur Lage-, Drall- und Bahnregelung von Satelliten, und zwar in Abhängigkeit des Betriebszustandes des Satelliten.
13. Inhalt:	• Systemtechnische Grundlagen: Missionsbeispiele, Entwurfsprozess, Störungen, Systemtypen, Hardware-Komponenten, Regeln für den Systementwurf • Satellitenmodell: Bahn- und Lagebewegung eines Starrkörper-Satelliten, Gyrostat, Drall, Drallradmodelle, Gravitationseffekte • Verfahren zur Lagebestimmung und Drehratenbestimmung • Spinstabilisierung: Modelle und Regelung • 3-achsige Lagestabilisierung: Vorgehen mit internen und externen Stellgrößen, nichtlineare Lageregelungsverfahren, lineare Lageregelungsverfahren, Regelung des Gesamtdralls und des Raddralls

	• Bahnbestimmung mit GPS: Messprinzip und Rohdatenerzeugung, Be-stimmung der Position und Zeit, Bestimmung der Geschwindigkeit und Uhrendrift
14. Literatur:	W. Fichter, Spacecraft Dynamics, Navigation, and Control, Lecture Notes, Institut für Flugmechanik und Flugregelung, 2008 J. Wertz, Spacecraft Attitude Determination and Control ,Kluwer B. Wie, Space Vehicle Dynamics and Control, AIAA Series M. Kaplan, Modern Spacecraft Dynamics and Control, Wiley M. Sidi, Spacecraft Dynamics and Control, Cambridge
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451301 Vorlesung Satellitenregelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Satellitenregelung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45131 Satellitenregelung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Zuhilfenahme von Projektor und Beamer, elektronische Unterlagen im Netz
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45260 Systemsimulation und Systemverifikation in der Satellitenentwicklung

2. Modulkürzel:	060500109	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Jens Eickhoff
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	
13. Inhalt:	
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung, Lehrbuch: Simulating Spacecraft Systems, Springer, 2009
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452601 Vorlesung Systemsimulation in der Satellitenentwicklung I • 452602 Vorlesung Systemsimulation in der Satellitenentwicklung II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Systemsimulation in der Satellitenentwicklung I: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Systemsimulation in der Satellitenentwicklung II: 90 h (Präsenzzeit: 28 h,Selbststudium: 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45261 Systemsimulation und Systemverifikation in der Satellitenentwicklung (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Prüfungsleistung(PL), Mündlich, 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PPT Präsentaionen, Tafel
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 45410 Wiedereintrittstechnologie

2. Modulkürzel:	060500106	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Georg Heinrich Herdrich
9. Dozenten:	Georg Heinrich Herdrich
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende des Moduls haben die Studierenden einen vertieften Überblick über die wesentlichen Technologien, die für einen atmosphärischen Wiedereintritt beherrscht werden müssen. Sie kennen die relevanten Missionen und diskutierten Missionsszenarien sowie die technologischen Herausforderungen, insbesondere für Hitzeschutzsysteme, die relevanten Materialien und deren Eigenschaften. Sie wissen, wie derartige Eigenschaften in Bodentestanlagen und durch den Einsatz von verschiedenen Messsystemen im realen Flug untersucht sowie qualifiziert werden.
13. Inhalt:	Wiedereintrittstrajektorie, De-orbit-Manöver Wiedereintrittsmissionen und -fahrzeugkonzepte Konzepte für Thermalschutzsysteme Wesentliche Eigenschaften der Wiedereintrittsplasmen Bodentestanlagen Ausgewählte Instrumentierungen für Wiedereintrittskörper
14. Literatur:	G. Herdrich et al.: Manuskript zur Vorlesung Wiedereintrittstechnologie, jährlich aktualisiert ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 454101 Vorlesung Wiedereintrittstechnologie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45411 Wiedereintrittstechnologie (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 47380 Raumfahrttechnik I

2. Modulkürzel:	060500098	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Dozenten des Instituts
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul Raumfahrt (Modul.-Nr. 41520), B.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen weiterführenden Überblick der Subsysteme eines Raumfahrzeugs sowie der wichtigen weiteren Rahmenbedingungen für die Realisierung von Raumfahrtmissionen. Insbesondere können sie die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Missionsrandbedingungen (Umwelteinflüsse, Bahnmechanik), Missionsnutzlasten und Subsystemen einordnen. Schließlich kennen sie die zugehörigen Aspekte und die grundsätzliche Vorgehensweise bezüglich Weltraumqualifikation, Weltraumrecht, Projektmanagement und Bodenstationen.
13. Inhalt:	Überblick Entwurfskonzepte für Raumfahrzeuge, Auswirkungen Weltraumumgebung auf den Entwurf, bahnmechanische und antriebstechnische Aspekte, Subysteme von Raumfahrzeugen (Kommunikation, Strukturen und Materialien, Energieversorgung, Lageregelung, Lebenserhaltung, Thermalkontrolle, Wiedereintritt, etc.). Überblick Weltraumrecht, Projektmanagement und Weltraumqualifikation.
14. Literatur:	Vorlesungsunterlagen (werden zu Beginn bereitgestellt).
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 473801 Vorlesung Raumfahrttechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Raumfahrttechnik, Vorlesung und Übungen:180 h (Präsenzzeit:58 h, Selbststudium: 122 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	47381 Raumfahrttechnik I (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint-Präsentation, Tafel
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 48700 Weltraumstrahlung

2. Modulkürzel:	060500121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Christoph Nöldeke
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundlagen energetischer Teilchenstrahlung und hochenergetischer elektromagnetischer Strahlung sowie der zugrundeliegenden elektromagnetischen und nuklearen Wechselwirkungen. Sie kennen die Ursprünge der die im inneren Sonnensystem und im erdnahen Raum auftretenden energetischen Stahlen und Plasmen einschließlich des Sonnenwindes, energetischer solarer Protonen und galaktischer Strahlung. Sie entwickeln ein Verständnis für die Wechselwirkung energetischer geladener Teilchen mit der terrestrischen Magnetosphäre und kennen deren resultierende Strukturen (Strahlungsgürtel, Südatlantische Anomalie). Sie kennen die Wechselwirkungsmechanismen mit dem Raumfahrzeug (Aufladung, Ionisierung, Abschirmung) und können diese anhand von Dosistiefenkurven quantitativ abschätzen. Ferner kennen sie die Schadens-und Störmechanismen auf elektronische Systeme des Raumfahrzeugs. Sie können Auswirkungen hochenergetischer Strahlungsprozesse auf bemannte Missionen beurteilen. Sie kennen wissenschaftliche Datenbanken von Observationsmissionen (SOHO, SDO) und sind in der Lage, auf Level-2 Daten zuzugreifen und diese auszuwerten.
13. Inhalt:	• Grundlegende Physik • Der Ursprung der Raumstrahlung • Die Raumstrahlungsumgebung • Wechselwirkung von Strahlung mit dem Raumfahrzeug • Wechselwirkung von Strahlung mit Raumfahrtelektronik • Weltraumstrahlung und bemannte Raumfahrt • Kreieren der eigenen Wettervorhersage: Online-Demonstration

14. Literatur:	Power Point Presentations Rainer Schwenn: "Space Weather: The Solar Perspective Living Rev. Solar Phys.,3 (2006), 2 Original papers on a case-by-case basis Online US government and ESA data bases
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 487001 Vorlesung Weltraumstrahlung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Space Radiations: Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 24 h, Selbststudium: 66 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48701 Weltraumstrahlung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Benotete Studienleistung (BSL): mündlich 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 56080 Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060500200	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen: Miquel Bosch Praktikum zu Lebenserhaltungssystemen in der bemannten Raumfahrt: Gisela Detrell, Harald Helisch, Jochen Keppler Praktikum zur Missionsanalyse: Marius Schwinning Praktikum zur Erdfernerkundung mit dem Flying Laptop Satelliten: Sebastian Wenzel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden wissen beispielhaft anhand von zwei Praktika, die aus vier Angeboten zu wählen sind, wie raumfahrtspezifische Grundlagen angewandt werden und können sich nach Vorgaben selbstständig darauf vorbereiten. Die Studierenden können am Ende den Umgang und das Verhalten der betrachteten technischen Systeme erklären und bewerten.
13. Inhalt:	Die Studierenden müssen am 1. Vorlesungstermin (11. April) präsent sein, um sich für 2 aus den 4 angebotenen Praktika anzumelden. Das Angebot an Plätzen für jedes Praktikum ist limitiert. Die Studierenden werden nach einer Priorisierung am 1. Vorlesungstermin zugeordnet. Angebotenen Praktika: <u>Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen:</u> Im Rahmen des Praktikums lernen die Studierenden anhand des Sojus-Raumflugsimulators den praktischen Betrieb und Bedienung eines Raumschiffes während verschiedener Flugmanöver kennen. Zunächst wird das im Studium erworbene Wissen über Bahnmechanik vertieft und erweitert. Es werden detaillierte Informationen zum Sojus-Raumschiff und seinen Systemen vermittelt. Unter Anleitung wird das erworbene Wissen anschließend in individuellen Trainingseinheiten am Simulator

	praktisch umgesetzt. Es wird der Umgang mit üblichen komplexen Prozeduren trainiert und dabei die audiovisuelle Wahrnehmung, das räumliche Vorstellungsvermögen und die motorischen Fähigkeiten verbessert. Praktikum zu Lebenserhaltungssystemen in der bemannten Raumfahrt: In diesem Praktikum lernen die Studierenden grundlegende Konzepte von physikalisch-chemischen und biologischen Lebenserhaltungs-systemen kennen. Die Studierenden führen in kleinen Gruppen ein Kultivierungsexperiment an Mikroalgenphotobioreaktoren im Labormaßstab durch. Anschließend wird von den Studierenden, mit dem am Institut entwickelten Simulationsprogram ELISSA, eine Analyse eines Lebenserhaltungs-systems für ein definiertes Missionsszenario durchgeführt. Die im Labor und in der Simulation erhaltenen Daten müssen in einem Bericht zusammengestellt und anhand von Fachliteratur diskutiert werden. Währen der Bearbeitung werden Sprechstunden mit den Dozenten angeboten. Zum Abschluss präsentieren die Studierenden ihre Ergebnisse. Praktikum zur Missionsanalyse: Im Rahmen des Praktikums lernen die Studierenden Aspekte der Missionsplanung mit Hilfe der Astos Software. Zunächst werden die Ziele der Missionsanalyse sowie der Umgang mit der Software vermittelt. Anschließend führen die Studierenden in Partnerarbeit selbstständig eine Analyse über mögliche Missionsszenarien zu einer vorgegebenen Aufgabenstellung mit Astos durch. Zu bearbeitende Aspekte sind mögliche Trajektorien, Zielorbits, Untersuchungen des Kommunikations- und Navigationsszenarios, Gewährleistung der Energieversorgung sowie gegebenenfalls Wiedereintritt und De-Orbit Optionen. Während der Bearbeitung wird eine Sprechstunde mit dem Dozenten für Fragen angeboten. Über die Ergebnisse ist ein Abschlussbericht anzufertigen. Erdfernerkundung mit dem Flying Laptop Satelliten: Im Rahmen des Praktikums lernen die Studierenden den Umgang mit Nutzlastdaten für die Erdbeobachtung und deren wissenschaftliche Auswertung. Zunächst soll hierfür eine selbst gewählte Kampagne zum Aufzeichnen der Daten entworfen werden. Hierbei können die Kameras sowie der AIS Empfänger genutzt werden. Nachdem die Daten empfangen wurden sollen sie aufbereitet und in einem Abschlussbericht sowie einer kurzen Präsentation wissenschaftlich beleuchtet werden. Während der Bearbeitung werden Sprechstunden mit dem Dozenten angeboten.
14. Literatur:	Praktikumsunterlagen (werden bei der Einführungsveranstaltung verteilt)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 560802 Praktikum zu Brennstoffzellen und Sensorik in der Raumfahrt • 560801 Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen: 45 h (Präsenzzeit: 20 h, Selbststudium: 25 h) Praktikum zu Lebenserhaltungssystemen in der bemannten Raumfahrt: 45 h (Präsenszeit: 15 h, Selbststudium: 30 h) Praktikum zur Missionsanalyse: 45h (Präsenzzeit: 15 h, Selbststudium: 30 h) Praktikum zur Erdfernerkundung mit dem Flying Laptop Satelliten: 45 h (Präsenzzeit: 15 h, Selbststudium: 30 h)

	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 30-35 h, Selbststudium: 50-55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	56081 Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt (BSL), Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Soyuz-Simulator, Experimentelle Komponenten für Praktika, anwendungsspezifische Software
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 57160 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060513111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten Kriterien und Grenzen für die Modellbildung in der Strukturdynamik, • können Freiheitsgrade und kinematische Bindungen identifizieren und in unterschiedlichen Koordinatensystemen beschreiben, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Mehrkörper-Systeme aufstellen, linearisieren und lösen, • können die Bewegungsgleichungen eindimensionaler Kontinua aufstellen und lösen, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen und lösen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit einem Freiheitsgrad berechnen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit mehreren Freiheitsgraden berechnen, • kennen das Verfahren der Modalanalyse mit und ohne Dämpfung,

	• besitzen Grundkenntnisse für den Umgang mit einfachen dynamischen Finite-Elemente-Modellen.
13. Inhalt:	**Veranstaltung Dynamik I:** - Modellierung, Freiheitsgrade und Kinematik bei Mehrkörpersystemen, - Prinzip von d' Alembert, Prinzip der virtuellen Verschiebungen in der Dynamik, - Aufstellung von Bewegungsgleichungen bei Mehrkörpersystemen, - Linearisierung von Bewegungsgleichungen, - Einheitsverschiebungsgesetz in der Dynamik, - Lineare Systeme mit einem Freiheitsgrad, - Freie und erzwungene gedämpfte Schwingungen (harmon., period-, stoßartige Erregung). **Veranstaltung Dynamik II:** - Eigenwertanalyse bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - freie und erzwungene Schwingungen bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - starre Bewegungsmöglichkeiten, - Modalanalyse, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua und deren analytische Lösung, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua mit Finite-Elemente-Modellen, - Dehnstab, Biegestab, Torsionsstab.
14. Literatur:	• Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer, 2002 • Hamel, G.: Theoretische Mechanik. Berlin [u.a.] : Springer, 1978 • Hagedorn, P. , Otterbein, S.: Technische Schwingungslehre. Band 1. Berlin , Heidelberg : Springer, 1987 • Hagedorn, P.: Technische Schwingungslehre. Band 2, Berlin , Heidelberg : Springer, 1989 • Schiehlen, W. , Eberhard, P.: Technische Dynamik. 2. Aufl. Stuttgart [u.a.] : Teubner, 2004 • Skript • zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571601 Vorlesung Dynamik 1 • 571602 Vorlesung Dynamik 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dynamik I, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Dynamik II, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57161 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 80 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Mechanische Systeme
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, kleine Experimente
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 60190 Satelliteninstrumente I

2. Modulkürzel:	060500201	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Ralf Srama
9. Dozenten:	Ralf Srama
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Students know the basics of space sensors and they have an overview about remote-sensing instruments. They can characterize optical measurement techniques and spectrometers. They can classify radiation sources and the related units.
13. Inhalt:	Introduction into radiation sources, instrumentation of the Flying Laptop satellite, filter spectrometer, grid-based spectrometer, prisma spectrometer, classes of interferometers, heterodyne spectrometer, infrared systems, camera systems (UV, visible, IR), radiation detectors, optical sensors (CCDs), bolometer systems
14. Literatur:	Principles of Space Instrument Design, A. M. Cruise et al., Cambridge Univ. Press, 1998, Vortragsfolien zu Vorlesungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 601901 Vorlesung Satelliteninstrumente • 601902 Übung Satelliteninstrumente
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Satelliteninstrumente, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 20 h, Selbststudium: 40 h), Satelliteninstrumente, Übungen: 30 h (Präsenzzeit: 10 h, Selbststudium: 20 h), Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 30 h, Selbststudium: 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60191 Satelliteninstrumente I (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 60200 Satelliteninstrumente II

2. Modulkürzel:	060500202	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Ralf Srama
9. Dozenten:	Ralf Srama
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	The students know the basics of in-situ sensors and they have an overview about in-situ instruments and their characteristics. The students know applications of various instrument types. Physical measurement principles are discussed and superconductivity is introduced as a basic phenomena for current and future applications.
13. Inhalt:	The main theme of this lecture is in-situ instrumentatiion. Typical in-situ instruments are particle instruments (electrons, ions), dust sensors or magnetometers. Micrometeoroid detection principles are discussed and characterized. The Cosmic Dust Analyzer of the Cassini mission is explained and related siencitific results are presented. The instrumentation of the Rosetta spacecraft and superconductivity for spacecraft applications are further topics.
14. Literatur:	Principles of Space Instrument Design, A. M. Cruise et al., Cambridge Univ. Press, 1998, Vortragsfolien zu Vorlesungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 602001 Vorlesung Satelliteninstrumente • 602002 Übung Satelliteninstrumente
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Satelliteninstrumente, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 20 h, Selbststudium: 40 h), Satelliteninstrumente, Übungen: 30 h (Präsenzzeit: 10 h, Selbststudium: 20 h), Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 30 h, Selbststudium: 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60201 Satelliteninstrumente II (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 67410 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I

2. Modulkürzel:	060500126	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Alfred Krabbe
9. Dozenten:	Alfred Krabbe
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Vorlesung: Die Studenten verstehen Grundlagen der Infrarot-Astronomie. Dazu zählen der Aufbau des Universums (Gaswolken, Sterne, Planetensysteme, Galaxien,) sowie die notwendige Himmelsmechanik. Sie verstehen astrophysikalische Grundprozesse wie die Strahlungsprozesse im infraroten Spektralbereich sowie des Strahlungstransports in z.B. Sternen. Sie kennen die physikalischen Prozesse für die Absorption elektromagnetischer Strahlung und wie diese technisch zur Detektion ausgenutzt wird (vom Photo zum CCD-Sensor). Sie verstehen den prinzipiellen optischen Aufbau von Linsen- und Spiegel-Teleskopen (Optik) sowie die mechanischen Anforderungen an verwendete Teleskop-Montierungen. Sie verstehen die Funktionsweise von astronomischen Infrarot-Kameras und -Spektrometern (Gitter- und Fabry-Perot Spektrographen). Sie verstehen den Einfluss der Erdatmosphäre auf astronomische Beobachtungen und wie diese technisch korrigiert werden können (Wellenlängen abhängige Transmission der Erdatmosphäre, Einsatz der adaptive Optik, Speckle Interferometrie und Laser gestützte Beobachtungen).
13. Inhalt:	• Allgemeine Einführung in die Infrarot-Astronomie, Himmelsmechanik • Methoden und Bedeutung infraroter Beobachtungen • Strahlungsprozesse, besonders im infraroten Spektralbereich • Aufbau und Betrieb von Detektoren zur Detektion infraroter elektromagnetischer Strahlung • Astronomische Instrumentierung: Teleskope, Kameras, Spektrographen, (erdgebunden wie Satelliten gestützt). • Methoden und Instrumente zur Bestimmung von Einfluss und Korrektur von Effekten der Erdatmosphäre, besonders im infraroten Spektralbereich
14. Literatur:	Power Point Präsentationen

	Wissenschaftl. Veröffentlichungen ja nach Bedarf Literatur: • Jeffrey Bennett: Astronomie: Die kosmische Perspektive, Pearson Studium Physik • A. Unsöld und B. Baschek: Der neue Kosmos: Einführung in die Astronomie und Astrophysik, Springer • I.S. Glass: Handbook of Infrared Astronomy, Cambridge University Press • G.H. Rieke: Detection of light (from the UV to the submm), Cambridge University Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 674101 Vorlesung Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung WiSe : 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67411 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugastronomie und Extraterrestrische Raumfahrtmissionen

Modul: 67420 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II

2. Modulkürzel:	060500127	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Alfred Krabbe
9. Dozenten:	Alfred Krabbe Maja Kazmierczak-Barthel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Die Veranstaltung baut auf die Inhalte der Vorlesung "Experimentelle Methoden Infrarot-Astronomie I" auf
12. Lernziele:	Vorlesung: Die Studenten verstehen mathematische Formulierungen astrophysikalischer Grundprozesse. Sie verstehen zudem die Natur astrophysikalischer Phänomene wie der noch nicht im ersten Vorlesungsteil behandelten Themen (z.B. 3K-Hintergrundstrahlung, Nachweis Schwarzer Löcher, Strahlungstransports in Sternen, Existenz dunkler Materie) Sie verstehen die mathematischen Grundlagen der Optik, der Fourier-Optik und der Gitter-Optik und ihre Bedeutung bei der Konstruktion von Teleskopen und astronomischer Instrumentierung. Desweiteren werden sie vertraut sein mit aktuellen Komponenten astronomischer Instrumente wie z.B. Detektoren der neuesten Generation oder Heterodyn-Detektoren. Sie werden vertraut sein mit den Grundprinzipien kryogener Technik, da der Nachweis infraroter Strahlung die Kühlung des Detektors bis hin knapp über den absoluten Nullpunkt erfordert. Die Studenten werden verstehen, welche Voraussetzungen an astronomische Messungen gestellt werden um wissenschaftliche Ergebnisse ableiten zu können und welche Kalibrationen hierzu nötig sind. Als aktuelles Beispiel werden die Studenten einen Überblick über das SOFIA-Observatorium (Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy) der NASA und des DLR erhalten. Praktikum: Die Studenten verstehen während der Durchführung einer Beobachtungskampagne die Bedeutung und Funktionsweise ferngesteuerter Beobachtungen und wie diese geplant, koordiniert und durchgeführt werden. Sie verstehen wie die erhaltenen astronomischen Daten ausgewertet und analysiert werden.
13. Inhalt:	Vorlesung : • Vertiefende Kenntnisse der Infrarot-Astronomie und Astrophysik • Vertiefende Optik-Kenntnisse • Astronomische "State-of-the-art" Instrumentierung • Der "Arbeitsalltag" des Astronomen

	Praktikum : • Ferngesteuerte Beobachtung astronomischer Objekte mit dem 0.6 m Teleskop in Kalifornien,USA • Auswertung aufgenommener Daten.
14. Literatur:	Power Point Präsentationen Wissenschaftl. Veröffentlichungen ja nach Bedarf Literatur: Jeffrey Bennett: Astronomie: Die kosmische Perspektive, Pearson Studium Physik A. Unsöld und B. Baschek: Der neue Kosmos: Einführung in die Astronomie und Astrophysik, Springer I.S. Glass: Handbook of Infrared Astronomy, Cambridge University Press G.H. Rieke: Detection of light (from the UV to the submm), Cambridge University Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 674201 Vorlesung Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II • 674202 Praktikum Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung SoSe : 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Blockpraktikum SoSe : 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67421 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1 20 Minuten Vortrag über das Blockpraktikum sowie 25 Minuten über Vorlesungsinhalte.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugastronomie und Extraterrestrische Raumfahrtmissionen

Modul: 67460 Raumstationen - Entwurf, Systeme, Nutzung

2. Modulkürzel:	060500128	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Reinhold Ewald
9. Dozenten:	Reinhold Ewald
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul 39136 - Raumfahrttechnik I
12. Lernziele:	Die Studenten haben einen vertieften Einblick in die Subsysteme einer Raumstation, deren Nutzung und Auslegungsaspekte unter den besonderen Anforderungen eines bemannten Systems. Sie kennen die Motivationen und den Umsetzungsverlauf von Missionen der bemannten Erforschung im Weltraum. Dies schließt allgemeine Konzepte für Raumstationen im niedrigen Erdorbit sowie insbesondere die reale Raumstation ISS mit ein. Die Studenten sind mit dem konzeptionellen Vorentwurf und den Werkzeugen des Systems Engineering auf diesem Niveau vertraut.
13. Inhalt:	- Historische, aktuelle und zukünftige Raumstationen und Missionen - Subsysteme einer Raumstation und Transportelemente - Aufbau, Betrieb und Nutzung der ISS - Systems Engineering - Human Factors
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 674601 Vorlesung Raumstationen - Entwurf, Systeme, Nutzung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67461 Raumstationen - Entwurf, Systeme, Nutzung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Astronautik und Raumstationen

Modul: 67490 Unkonventionelle Raumfahrtantriebe

2. Modulkürzel:	0606500129	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Georg Heinrich Herdrich
9. Dozenten:	Georg Heinrich Herdrich
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der unkonventionellen Raumfahrtantriebe. Sie kennen die physikalischen Grundlagen für ihren Betrieb und können die Betriebsparameter unterscheiden sowie interpretieren. Sie kennen den Einfluss wesentlicher Geometrie-, Treibstoff- und Prozessparameter auf ihre Leistung. Sie kennen die wesentlichen Komponenten und Leistungskennzahlen eines Triebwerks und können die Komponenten auslegen. Sie kennen im Einsatz befindliche Triebwerke und deren Komponenten, ihre jeweiligen Leistungs- und Belastungsgrenzen sowie die Gründe für diese Grenzen. Sie wissen, wie derartige Triebwerke für den realen Einsatz qualifiziert werden.
13. Inhalt:	Angaben zu den Inhalten des Moduls • Geschichte und Systematik unkonventioneller Raumfahtrantriebe • Vorstellung verschiedener realisierter Triebwerke • Vorstellung verschiedener unkonventioneller Triebwerkskonzepte, • Darlegung von deren physikalischen Grundlagen sowie deren Entwicklungsstand • Einordnung möglicher Missionsszenarien
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung sowie Folienunterlagen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 674901 Vorlesung Unkonventionelle Raumfahrtantriebe
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit: 35 h, Selbststudium: 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67491 Unkonventionelle Raumfahrtantriebe (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 68370 Einführung in die Elektronik für Luft- und Raumfahrtingenieure

2. Modulkürzel:	060500203	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Alfred Krabbe
9. Dozenten:	Alfred Krabbe Sabine Klinkner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung Physik + Grundlagen der Elektrotechnik für LRT
12. Lernziele:	Vorlesung: Die Studierenden haben die Grundlagen der Elektrotechnik aufgefrischt und kennen die Relevanz von Elektronikschaltungen in der Luft- und Raumfahrttechnik. Sie kennen die wichtigsten Bauelemente und Grundschaltungen, sowie deren Anwendung bei konkreten Elektronikaufgaben. Einfache Berechnungen können sie selbstständig lösen. Seminar Mikrocontroller für LundR-Anwendungen: Die Studierenden haben das Grundwissen um Elektronikgrundschaltung identifizieren zu können, können Datenblätter lesen und in einen Stromlaufplan überführen. Sie kennen die Grundlagen bezüglich Mikrocontrollern und können leichte Programmieraufgaben selbstständig lösen.
13. Inhalt:	Vorlesung: • Elektrische Bauelemente R/L/C • Einfache Netzwerke • Schwingkreise und Filter • Halbleiter und Dioden • Transistoren und Operationsverstärker • Leistungselektronik • Energiesysteme für Raumfahrtzeuge • Grundlagen Digitaltechnik • Mess- und Sensortechnik • Anwendungen in der LundR-Technik Seminar: • Grundschaltungen Elektronik • Erstellen / Lesen von Stromlaufplänen

	• Einführung in die Funktionsweise von Mikrocontrollern • Vorstellen wichtiger Peripheriemodule und Bussysteme • Hardwarenahe Programmierung (I/O, ADC/DAC, Interrupts, Timer, PWM)
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb Vorgeschlagene Literatur: - G. Hagmann, "Grundlagen der Elektrotechnik", AULA Verlag, 2013 - R. Jesse, "ARM Cortex-M3 Mikrocontroller", mitp, 2014
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 683701 Vorlesung Einführung in die Elektronik • 683702 Vorlesung Grundlagen Mikrocontroller für Luft- und Raumfahrtanwendungen • 683703 Praktikum Mikrocontrollerprogrammierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28h, Selbststudium 62 h) Seminar: 27 h (Präsenzzeit 9 h, Selbststudium 18 h) Praktikum: 63 h (Präsenzzeit 13 h, Selbststudium 50 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 50 h, Selbststudium 130 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68371 Einführung in die Elektronik für Luft- und Raumfahrtingenieure (PL), , Gewichtung: 1 schriftliche Prüfung: 1 Stunde
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 68560 Raketentreibstoffe I

2. Modulkürzel:	060500130	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2,5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem
9. Dozenten:	Helmut Ciezki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine, Der Besuch der Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe I +II wird empfohlen.
12. Lernziele:	Die Studierenden haben das Grundwissen und das Verständnis bezüglich der Eigenschaften, des Umgangs und des Einsatzes von konventionellen flüssigen und festen Treibstoffen und Treibstoffkombinationen im Gebiet raumfahrtrelevanter Antriebe (RFRA).
13. Inhalt:	Raketentreibstoffe I • Einleitung / Übersicht der Treibstoffe • Grundlagen zu Schubkammerprozessen • Flüssigtreibstoffe • Festtreibstoffe
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb Vorgeschlagene Literatur: • E. Messerschmid, S. Fasoulas, "Raumfahrtsysteme", Springer Verlag • W. Ley, K. Wittmann, W. Hallmann, "Handbuch der Raumfahrttechnik", Hanser Verlag • G.P. Sutton, "Rocket Propulsion Elements", John Wiley und Sons • A. Davenas, "Solid Rocket Propulsion," Pergamon Press, Oxford, 1993
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 685601 Vorlesung Raketentreibstoffe I • 685602 Übung Raketentreibstoffe I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Raketentreibstoffe I Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Übungen: 20 h (Präsenzzeit 8 h, Selbststudium 12 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68561 Raketentreibstoffe I (BSL), Schriftlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 68570 Raketentreibstoffe II

2. Modulkürzel:	060500131	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2,5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem
9. Dozenten:	Helmut Ciezki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Der Besuch der Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe I+II wird empfohlen.
12. Lernziele:	Die Studierenden haben das Grundwissen und das Verständnis bezüglich der Eigenschaften, des Umgangs und des Einsatzes von fortschrittlichen Treibstoffen und Treibstoffkombinationen sowie ihrem Einsatz in z.T. neuartigen chemischen Antriebstypen im Gebiet raumfahrtrelevanter Antriebe (RFRA).
13. Inhalt:	Raketentreibstoffe II - Einleitung / Übersicht - Hybride Treibstoffkombinationen - Gel-Treibstoffe - Fortschrittliche, z.T. "grüne", mindertoxische Treibstoffe - Materialien und Verträglichkeiten - Sicherheitsaspekte - Fernere Zukunft / Grundlagenforschung
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb Vorgeschlagene Literatur: - M.J. Chiaverini, K.K. Kuo, "Fundamentals of Hybrid Rocket Combustion and Propulsion," AIAA, Reston, USA, 2007 - H.K. Ciezki, M. Negri, A. Gernoth, "Advanced Liquid and Gelled Propellants for Rocket and Ramjet Propulsion," Int. Journal of Energetic Materials and Chemical Propulsion, Vol. 14, No. 2, 2015, pp. 85-123 - A. Davenas, "Solid Rocket Propulsion," Pergamon Press, Oxford, 1993
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 685701 Vorlesung Raketentreibstoffe II • 685702 Übung Raketentreibstoffe II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Raketentreibstoffe II Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Übungen: 20 h (Präsenzzeit 8 h, Selbststudium 12 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68571 Raketentreibstoffe II (BSL), Schriftlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 70040 Anwendungssatelliten

2. Modulkürzel:	060500133	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Volker Liebig
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen einen fortgeschrittenen Überblick über Grundlagen der Fernerkundung. Sie kennen den Aufbau und die Untersuchungsmethoden der Erdatmosphäre und des Ozeans. Weiterhin haben sie wertvolle Kenntnisse zur Erdbeobachtung mittels Mikrowelle und der satellitengestützten Katastrophenbeobachtung.
13. Inhalt:	• Messmethoden für Atmosphärenuntersuchungen und Refraktion • Fernerkundung von Wolken und Aerosolen, Beispielmissionen Wetter/Atmosphäre • Wie schreibe ich einen guten Projektantrag? • Fernerkundung mittels Mikrowellen: Passive und aktive Verfahren, Interferometrie und Beispiele zur Fernerkundung im Mikrowellenbereich: Schnee- und Eisbedeckung, Salzgehalt, Wind, etc. • Einsatz von Fernerkundung bei Naturkatastrophen • Ozeanparameter • Karrieremöglichkeiten bei der ESA
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 700401 Vorlesung Anwendungssatelliten
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	70041 Anwendungssatelliten (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Benotete Studienleistung (BSL): schriftlich, 60 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 70060 Simulation verdünnter Gase und Plasmen

2. Modulkürzel:	060500135	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Marcel Pfeiffer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse bezüglich der Theorie und der Simulation von verdünnten Gasen und Plasmen, im Speziellen unter Nutzung verschiedener Partikelverfahren unter besonderer Beachtung der mathematischen und physikalischen Modellbildung.
13. Inhalt:	Theorie verdünnter Gase und Plasmen (Boltzmann Gleichung, Maxwell Gleichungen, Fokker-Planck Gleichung,..) Grundlage verschiedener Partikelverfahren Einführung in die "Direct Simulation Monte Carlo" Methode Einführung in die "Particle in Cell" Methode Andere Partikelverfahren (z.B. "Low Diffusion") Umsetzung und Anwendung der Verfahren
14. Literatur:	Vorgeschlagene Literatur: G. A. Bird, "The DSMC Method", CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013 C. K. Birdsall, "Plasma Physics via Computer Simulation", Taylor and Francis, 2004 A. Frohn, "Einführung in die Kinetische Gastheorie", Aula, 1988
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 700601 Vorlesung Simulation verdünnter Gase und Plasmen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	70061 Simulation verdünnter Gase und Plasmen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 70070 Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop

2. Modulkürzel:	060500134	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Kai Klemich Jonas Keim
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine, Der Besuch der Vorlesung Raumfahrt (Bachelor) wird empfohlen, der Besuch der Vorlesungen des Mastermoduls Satellitenbetrieb wäre hilfreich.
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen einen wertvollen Einblick in Theorie und Praxis des Satellitenbetriebs. Sie haben das nötige Wissen und die praktische Erfahrung, Aufgaben im Bereich des Satellitenbetriebs des Kleinsatelliten Flying Laptop wahrzunehmen.
13. Inhalt:	Grundlagen der Satellitensystemtechnik, der Satellitenkommunikation und des Satellitenbetriebs Subsysteme und On-Board Software des Flying Laptop Bodensegment für den Betrieb des Flying Laptop Durchführung des Satellitenbetriebs des Flying Laptop: Betrieb der Subsysteme des Satelliten Betrieb des Bodensegments Positionen und Verantwortlichkeiten beim Satellitenbetrieb Prozesse und Dokumentation des Satellitenbetriebs Praktische Übungen und Simulationen zum Satellitenbetrieb
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb Vorgeschlagene Literatur: Eickhoff, J. (Ed.), The FLP Microsatellite Platform - Flight Operations Manual, Springer Aerospace Technology, 2016 Uhlig, T., Sellmaier, F., Schmidhuber, M. (Ed.), Spacecraft Operations, Springer, 2015
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 700701 Vorlesung Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop • 700702 Übung Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	70071 Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop (PL), Schriftlich und Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Schriftliche PL: 120 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungspräsentationsfolien

20. Angeboten von: Raumfahrtsysteme

Modul: 71780 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060400403	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik		
12. Lernziele:	Die Studierenden ... kennen die technische Bedeutung mechanischer Schwingungen in der Luft- und Raumfahrttechnik. ... können mathematische Modelle für die Schwingungen einfacher Mehrkörpersysteme bilden. ... kennen die wesentlichen Erscheinungen der Strukturdynamik (insbes. Resonanz, Tilgung, dyn. Instabilität). ... können die Eigenschwingungen mechanischer Systeme berechnen und können deren besondere Eigenschaften für die Behandlung von Schwingungsproblemen ausnutzen. ... kennen die möglichen Auswirkungen von Dämpfungs-, Kreisel- und zirkulatorischen Kräften, sowie von Nichtlinearitäten. ... haben einen Überblick über die räumlich kontinuierliche und diskretisierte Beschreibung mechanischer Strukturen.		

13. Inhalt:	Motiviert anhand praxisnaher Fragestellungen werden die grundlegenden Vorgehensweisen der Strukturdynamik behandelt. Die wichtigsten Schwingungserscheinungen werden für ausgewählte Fallbeispiele analytisch erarbeitet und auf allgemeinere Systeme übertragen. Zur Veranschaulichung dienen passende Kurzvideos und kleine Versuche. Matlab-Programme zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente zu festigen. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • Vorgehensweisen zum systematischen Aufstellen von Bewegungsgleichungen mechanischer Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden. • Linearisierung von Bewegungsgleichungen, statische und dynamische Stabilität. • Freie und erzwungene Schwingungen linearer mechanischer Systeme • Berechnung von Eigenmoden von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden sowie einfacher Kontinua, modale Vorgehensweise zur Berechnung von Schwingungen. • Überblick zu den Vorgehensweisen der Diskretisierung, der Modellordnungsreduktion und der dynamischen Substrukturtechnik. • Kurze Einführung in die nichtlineare Strukturdynamik.
14. Literatur:	Aufschriebe, Folien, Matlab-Beispiele weiterführende Literatur: R. Gasch, K. Knothe, R. Liebich: Strukturdynamik, 2012 K. Magnus, K. Popp, W. Sextro: Schwingungen, Springer, 2013 R.R. Craig, A.J. Kurdila: Fundamentals of Strucutral Dynamics, Wiley, 2006
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717801 Vorlesung Strukturdynamik • 717802 Übung Strukturdynamik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h) Übung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71781 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 72300 Fourieroptik und Spektroskopie

2. Modulkürzel:	060500206	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Jedes 2. Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Alfred Krabbe
9. Dozenten:	Alfred Krabbe
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Vorlesung:** Die Studenten verstehen die Grundlagen der praktischen Spektroskopie. Sie verstehen die Grundlagen der Fouriertransformation und ihre praktische Anwendung. Sie verstehen die Konzepte der Fourieroptik und sind in der Lage, einfache Geometrien selbst nachzurechnen. Sie verstehen die Funktionsweise von astronomisch gebräuchlichen Spektrometern, darunter Gitter-, Fabry-Perot- und Fouriertransformspektrometern, in verschiedenen Konfigurationen. Sie sind mit Besonderheiten wie Blazewinkel und Littrow Anordnung vertraut. Sie kennen spezielle Spektrometer wie Grism, Echelle und abbildende Spektrometer. Sie sind in der Lage, die prinzipiellen Leitungsdaten eines Spektrometers zu berechnen, bzw. das Spektrometer entsprechend auszulegen.
13. Inhalt:	• Allgemeine Einführung in die atomphysikalischen Grundlagen der Spektroskopie • Unendliche Reihen und Konvergenz, Taylorreihen • Fouriertheorem, Zerlegung einer Funktion, Fouriertransformation in zwei richtungen, Konvolution, Beispiele • Beugung am Spalt. Nah- und Fernfeld, Fraunhofer-Näherung, Aperturfunktion • Transmissionsgitter, spektrale Auflösung, freier Spektralbereich • Blazen, Littrow, Off-Axis-Littrow, Grism, endliche Spaltbreite • Abbildende Spektroskopie • Fabry-Perot-Interferometer, Vielstrahlinterferenz, Finesse, Etendue, Walk-off • Fouriertransformspektrometer, Sample-Theorem, Throughput, Anwendungen Vorlesungsort ist DSI, NASA Ames Research Center, Moffett Field, Kalifornien, USA
14. Literatur:	Power Point Präsentationen Literatur: E. Hecht: Optics Born und Wolf: Optics J. E. Stewart: Infrared Spectroscopy, Marcel Dekker INC. N. Carleton: Astrophysics, in L. Marton: Methods of Experimental Physics, Academic Press

	G. Hernandez: Fabry-Perot Interferometers, Cambridge University Press D.J. Schroeder: Astronomical Optics, Academic Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 723001 Seminar Fourieroptik und Spektroskopie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72301 Fourieroptik und Spektroskopie (BSL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 72310 Roverentwicklung für Explorationsaufgaben

2. Modulkürzel:	060500204	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Sabine Klinkner Moritz Nitz Ariane Exle
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Die Teilnahme am Praktikum im Wintersemester ist nur nach Durchführung der Phase-A Studie im Rahmen der Veranstaltung "Roversystemtechnik" im Sommer- semester möglich. Der Besuch der Vorlesung Raumfahrt (Bachelor) wird empfohlen, der Besuch der Vorlesungen des Mastermoduls Raumfahrttechnik I wäre hilfreich. Das Modul Elektronik und Mikrocontroller für Luft- und Raumfahrtanwendungen wird als Grundlage sehr empfohlen.
12. Lernziele:	Die Studierenden erhalten das grundlegende Wissen über Raumfahrtrobotik und die Entwicklung eines Rovers für Explorationsaufgaben. Durch die Ausarbeitung einer Phase-A Studie sind die Studenten in der Lage, ein grundlegendes Roversystem mit relevanten Subsystemen für eine ausgewählte Mission (selbstständig) zu konzipieren. Mithilfe des Praktikums sind sie darüber hinaus in der Lage, ein Modell für ein Roverchassis zu entwickeln und praktisch umzusetzen, sowie dieses anhand einer Teststrecke zu verifizieren. Mit der Arbeit in Gruppen lernen die Studenten zudem, sich im Team zu organi- sieren und Ergebnisse zu präsentieren.
13. Inhalt:	Vorlesung Roversystemtechnik • Grundlagen der Raumfahrtrobotik und robotischer Explorationsanwendungen • Einführung zu planetaren Roversystemen • Roversystem und Subsysteme (Chassisdesign,Antriebssysteme und Rad-Boden-Traktion, Energiesysteme, Kommunikation, Thermalsystem, Autonomie) • Konzipierung und Entwicklung eines Roversystems für ein gegebenes Missi- onsprofil (Phase-A Studie) • Präsentation der Ergebnisse

	Praktikum Roverentwicklung • Praktische Umsetzung eines Roverchassis (Untersuchung, Auswahl und Entwicklung relevanter Komponenten, Realisierung eines Breadboard-Modells (Design und Bau)) • Test und Verifikation des Modells auf einer definierten Teststrecke • Abgabe eines Berichts über die Entwicklung
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb Vorgeschlagene Literatur:
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 723101 Vorlesung Roversystemtechnik • 723102 Praktikum Roverentwicklung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Roversystemtechnik: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Praktikum Roverentwicklung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180h (Präsenszeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72311 Roverentwicklung für Explorationsaufgaben (PL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 72320 Roversystemtechnik

2. Modulkürzel:	060500205	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Sabine Klinkner Moritz Nitz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine, Der Besuch der Vorlesung Raumfahrt (Bachelor) wird empfohlen, der Besuch der Vorlesungen des Mastermoduls Raumfahrttechnik I wäre hilfreich.
12. Lernziele:	Die Studierenden erhalten das grundlegende Wissen über Raumfahrtrobotik und die Entwicklung eines Rovers für Explorationsaufgaben. Durch die Ausarbeitung einer Phase-A Studie sind die Studenten in der Lage, ein grundlegendes Roversystem mit relevanten Subsystemen für eine ausgewählte Mission (selbstständig) zu konzipieren. Mit der Arbeit in Gruppen lernen die Studenten zudem, sich im Team zu organi- sieren und Ergebnisse zu präsentieren.
13. Inhalt:	Vorlesung Roversystemtechnik • Grundlagen der Raumfahrtrobotik und robotischer Explorationsanwendungen • Einführung zu planetaren Roversystemen • Roversystem und Subsysteme (Chassisdesign, Antriebssysteme und Rad-Boden-Traktion, Energiesysteme,Kommunikation, Thermalsystem, Autonomie) • Konzipierung und Entwicklung eines Roversystems für ein gegebenes Missionsprofil (Phase-A Studie) • Präsentation der Ergebnisse
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 723201 Vorlesung Roversystemtechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72321 Roversystemtechnik (BSL), , Gewichtung: 1 Präsentation der Ergebnisse, Gewichtung 0.4 Mündliche Prüfung (20 Minuten), Gewichtung 0.6
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Raumfahrtsysteme

Modul: 73540 Praktikum CubeSat Technik

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	-	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Michael Lengowski Jonas Burgdorf Jonas Keim Kai Leidig und weitere
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine
12. Lernziele:	Im Rahmen der Veranstaltung sollen Teilprojektphase eines CubeSats bearbeitet werden, so dass über die Semester hinweg ein realer Satellit entwickelt, gebaut, getestet und betrieben werden soll. Die zu bearbeitenden Teilprojekte richten sich nach dem aktuellen Projektstatus des CubeSats. Die Veranstaltung bietet den Studierenden die Einarbeitung in die Grundlagen der Satellitentechnik und die praktische Anwendung ihrer Kenntnisse in einer vertieften Bearbeitung eines Satellitensubsystems/Satellitenbereichs. Ferner vermittelt die Veranstaltung durch die Organisation als Projekt, Einblicke in die Projektarbeit, Teamarbeit und Gruppenorganisation.
13. Inhalt:	Die zu bearbeitenden Teilprojekte umfassen folgende Themengebiete: • Satellitenanwendung, Nutzlastdesign • Onboard Data Handling, Softwaretechnik • Kommunikationstechnik • Energieversorgungstechnik • Lageregelungstechnik • Thermaldesign • Satellitenstrukturdesign • Simulation, Integrationstechnik und Verifikation • Satellitenbetrieb • Projektmanagement
14. Literatur:	Skripte / Vortragsfolien zu Vorlesungen, Veröffentlichungen, Projektreports
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 735401 Praktikum CubeSat Technik, Vorlesung/Praktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	73541 Praktikum CubeSat Technik (BSL), , Gewichtung: 1 Präsentation und Berichtabgabe (mündl. und schriftlich)
18. Grundlage für ... :	-

19. Medienform:	Power-Point Präsentation
20. Angeboten von:	

Modul: 78890 Kleinsatellitenentwurf

2. Modulkürzel:	060500207	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Sabine Klinkner Michael Lengowski Diverse
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine, Der Besuch der Vorlesung Raumfahrttechnik I wäre hilfreich.
12. Lernziele:	Studierende verfügen über das grundlegende Wissen für die Entwicklung eines Kleinsatelliten. Sie kennen die Potentiale und Grenzen kleiner Satelliten. Weiterhin verfügen die Studenten über die Fähigkeit zur Auslegung des Satellitenbusses.
13. Inhalt:	• Grundlagen der Satellitensystemtechnik • Grundlagen und Dimensionierung des Satellitenbusses (Struktur, Thermalsystem, Lage-Bahn-Regelungsssytem, Kommunikationsystem, Onboard-Data-Handling, Energieversorungssystem) • Praktische Seminare zur Orbit- und Thermalsimulation
14. Literatur:	Vortragsfolien Vorgeschlagene Literatur: Ley, Wittmann: "Handbuch der Raumfahrttechnik", 4., aktualisierte und erweiterte Auflage
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 788901 Vorlesung Kleinsatellitenentwurf
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	78891 Kleinsatellitenentwurf (BSL), , Gewichtung: 1 Benotete Studienleistung (BSL): schriftliche Prüfung 60 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Power Point-Präsentation, Seminare mit Notebooks
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 79180 Astronautics and Space Exploration

2. Modulkürzel:	060500136	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Weitere Sprachen

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Reinhold Ewald
9. Dozenten:	Ernst Messerschmid Reinhold Ewald
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 39136 Raumfahrttechnik I • Kenntnis der Global Exploration Roadmap (GER) der ISECG
12. Lernziele:	Die Studenten haben einen Überblick über die Historie und die aktuellen Pläne zur Erforschung des Weltraums über den Erdorbit hinaus (Roadmaps). Sie wissen, welchen TRL die robotischen und bemannten Elemente solcher Missionen erreicht haben und welche Entwicklungen z.Zt. u.a. an Bord der ISS vorangetrieben werden. Sie haben eine Übersicht über Auswahl, Training und Herausforderungen an die Besatzungen solcher Missionen, die hierzu laufenden Analog-Übungen und die technische Ausrüstung, die zur Verfügung steht oder im Hinblick darauf entwickelt wird (z.B. EVA, Surface Excursion Tools). Sie können die Risiken und Chancen bemannter Exploration einschätzen und gegeneinander aufwiegen. Sie lernen durch die im Rahmen der Vorlesung geplante Exkursion die Betriebsstrukturen von komplexen Raumfahrtmissionen in der Praxis kennen.
13. Inhalt:	Motivation und Ziele der bemannten Exploration des Weltraums Historische, aktuelle und zukünftige Missionen Missionsarchitektur und Subsystemauslegung Technologien für Rendezvous und Docking, Robotik, EVA Human Factors und Risikominderung
14. Literatur:	Vorlesungsbesuch, Teilnahme an der Exkursion, Präsentationsmaterialien, Global Exploration Roadmap (GER) der ISECG
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 791801 Vorlesung Astronautik und Weltraumexploration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Astronautics and Space Exploration, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium:42 h) Teilnahme an der Exkursion 10 h

17. Prüfungsnummer/n und -name:	79181	Astronautics and Space Exploration Prüfung (BSL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Astronautik und Raumstationen	

Modul: 79180 Astronautics and Space Exploration

2. Modulkürzel:	060500136	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Weitere Sprachen

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Reinhold Ewald
9. Dozenten:	Ernst Messerschmid Reinhold Ewald
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 39136 Raumfahrttechnik I • Kenntnis der Global Exploration Roadmap (GER) der ISECG
12. Lernziele:	Die Studenten haben einen Überblick über die Historie und die aktuellen Pläne zur Erforschung des Weltraums über den Erdorbit hinaus (Roadmaps). Sie wissen, welchen TRL die robotischen und bemannten Elemente solcher Missionen erreicht haben und welche Entwicklungen z.Zt. u.a. an Bord der ISS vorangetrieben werden. Sie haben eine Übersicht über Auswahl, Training und Herausforderungen an die Besatzungen solcher Missionen, die hierzu laufenden Analog-Übungen und die technische Ausrüstung, die zur Verfügung steht oder im Hinblick darauf entwickelt wird (z.B. EVA, Surface Excursion Tools). Sie können die Risiken und Chancen bemannter Exploration einschätzen und gegeneinander aufwiegen. Sie lernen durch die im Rahmen der Vorlesung geplante Exkursion die Betriebsstrukturen von komplexen Raumfahrtmissionen in der Praxis kennen.
13. Inhalt:	Motivation und Ziele der bemannten Exploration des Weltraums Historische, aktuelle und zukünftige Missionen Missionsarchitektur und Subsystemauslegung Technologien für Rendezvous und Docking, Robotik, EVA Human Factors und Risikominderung
14. Literatur:	Vorlesungsbesuch, Teilnahme an der Exkursion, Präsentationsmaterialien, Global Exploration Roadmap (GER) der ISECG
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 791801 Vorlesung Astronautik und Weltraumexploration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Astronautics and Space Exploration, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium:42 h) Teilnahme an der Exkursion 10 h

17. Prüfungsnummer/n und -name:	79181	Astronautics and Space Exploration Prüfung (BSL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Astronautik und Raumstationen	

220 Ergänzungsmodule

Zugeordnete Module:

12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie
29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks
30880 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen
30890 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt
36370 Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen
37090 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung
39460 Carbon Composites Trainee-Programm
40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT
40840 Flugregelung
43070 Verkehrstelematik
43160 Mustererkennung und Optimierung
43970 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I
43980 Luftfahrttriebwerke und Verbrennung
44010 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt
44020 Aerodynamik und Flugzeugentwurf II
44030 Wind Turbine Noise
44040 Analyse tropfendynamischer Prozesse
44050 Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme
44060 Integrierte Modulare Avionik und Entwicklungsprozess
44070 Analytische Methoden
44080 Angewandte Luftfahrtsysteme
44090 Angewandte Luftfahrtsysteme I
44100 Angewandte Luftfahrtsysteme II
44110 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle
44120 Art of Science of Systems Architecting
44140 Autoflight und Air Traffic Management
44150 Bahnmechanik für Raumfahrzeuge
44170 CFD-Programmierseminar
44180 Chemische Raumfahrtantriebe I
44190 Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel
44200 Composites modelling
44210 Deformationsanalyse
44220 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit
44230 Digitale Bildverarbeitung
44240 Digitale Strömungsvisualisierung
44250 Digitaler Produktentwurf
44260 Dimensionsanalyse
44270 Discontinuous-Galerkin-Verfahren
44280 Effizient programmieren
44300 Einführung in die Hubschraubertechnik
44310 Einführung in die Quantenmechanik und Spektroskopie
44320 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie
44330 Elastische/inelastische Lichtstreuung
44340 Elektrische Raumfahrtantriebe
44350 Energiesysteme für die Raumfahrt
44360 Spezielle Methoden der Systemtechnik
44370 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik
44380 Experimentelle Simulation des Wiedereintritts
44390 Faserverbundseminar
44400 Fernerkundung
44410 Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken
44420 Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld
44430 Flugmechanik und Flugregelung von Hubschraubern
44440 Flugmesstechnik

44450 Flugregelungssysteme
44460 Flugzeugentwurf II
44470 Flugzeugentwurfsseminar
44480 Geometrische Überwachung: Messung und Analyse
44510 Grundlagen der Turbulenzmodellierung
44520 Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt
44530 Hubschrauber-Aeromechanik
44540 Hubschraubertechnik
44550 Hyperschallströmung und -flug
44570 Industrielle Messtechnik
44580 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme
44590 Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse
44600 Kinetische Gastheorie
44610 Kleinsatellitenentwurf
44620 Komplexe Avioniksysteme I
44630 Komplexe Avioniksysteme II
44640 Kompressible Strömungen I + II
44650 Konstruieren mit Keramik
44660 Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren
44670 Konstruktion von Flugtriebwerken
44680 Konstruktive Aspekte von Flugzeugsystemen
44690 Konzeption von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen
44700 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt
44720 Lastannahmen
44730 Leichtbau I
44740 Leichtbau I, II
44770 Leichtbauseminar
44780 Lenkverfahren
44790 Lineare Schätzverfahren
44800 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen
44810 Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen
44820 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik
44830 Mechanische Systeme
44840 Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation
44850 Messverfahren des Wärmetransports
44860 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen
44880 Nichtlineare Optimierung
44910 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen
44940 Numerische Verbrennungssimulation
44950 Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik
44960 Optimierung und Optimalsteuerung
44980 Plasmatechnik
44990 Profilentwurf
45000 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren
45020 Raumfahrtinstrumente
45030 Raumfahrttechnik II
45040 Raumsonden
45050 Regelung von Gasturbinen
45060 Reibungsbehaftete Hyperschallströmung
45070 Reibungsfreie Hyperschallströmung
45090 Robuste Regelung
45100 Satellitenbetrieb
45120 Satellitennavigation
45130 Satellitenregelung
45140 Schätzverfahren
45150 Schätzverfahren und Flugmesstechnik
45160 Seminar Entwurfssprachen
45180 Methoden der Sicherheitsanalyse

45190 Softwaretechnik
45200 Sonderkreisläufe und Gasturbinenprozesse
45210 Strömungsmesstechnik
45220 Strömungsmesstechnik und Visualisierung
45230 Integrierte Modulare Avionik
45260 Systemsimulation und Systemverifikation in der Satellitenentwicklung
45270 Technologie- und Dimensionierungsgrundlagen für Bauteile aus Faserkunststoffverbund (FKV)
45280 Thermodynamik der Gemische
45290 Tragflügelaerodynamik
45300 Tragwerksoptimierung
45310 Turbomachinery
45320 Turbulenz
45330 Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt
45340 Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen
45350 Wärmeübertragung in Turbomaschinen
45360 Wärmeübertragungsintensivierung
45380 Werkstoffe für Turbomaschinen
45390 Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt
45400 Werkstofftechnik metalllischer Werkstoffe
45410 Wiedereintrittstechnologie
45430 Wissensverarbeitung und Softcomputing
45450 Werkstoffe und Verfahren für Antriebe der Luft- und Raumfahrt
45470 CFD Anwendungsseminar
45670 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D
45680 Optimale Tragwerksauslegung
46510 Industrielle Aerodynamik
47380 Raumfahrttechnik I
48380 Messtechnik in der Luft- und Raumfahrttechnik
48680 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua
48690 Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke
48700 Weltraumstrahlung
48710 Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung
48720 Wärmetransportprozesse
49030 Staustrahl- und Kombinationsantriebe
49580 Statik III
49590 Aeroelastizität I+II
49600 Aeroelastizität I
49610 Modellbildung für Finite Elemente I + II
49620 Modellbildung für Finite Elemente I
49630 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden
49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II)
49650 Finite Elemente III (Diskretisierung III)
49660 Nichtlineare Finite Elemente
49670 Seminar Angewandte Finite Elemente
50040 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I
50100 Ähnlichkeitsmechanik im Ingenieurwesen und in der künstlichen Intelligenz
51620 Hochtemperatur-Messtechnik
51630 Umweltaerodynamik
51970 Moderne Methoden der Regelungstechnik
52020 Turbulence in Aerospace Engineering
56080 Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt
56290 Schaufelkühlungsauslegung
57000 Aerobotics Seminar
57010 Human Factors Engineering in Flight Deck Design
57160 Strukturdynamik
57170 Einführung in die Finite Elemente Methode
57180 Regelung und Systementwurf

57190 Inertialnavigation
57940 Turboflugtriebwerke - Projekt
57950 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung
57960 Fluidenergiemaschinen
57970 Flugregelungsentwurf
58000 Systementwurf II
58410 Nachhaltige Energie- und Verkehrssysteme
58950 Composites und Leichtbau für Architekturanwendungen
600 Fachaffine Schlüsselqualifikationen
60170 Komplexe Avioniksysteme
60190 Satelliteninstrumente I
60200 Satelliteninstrumente II
67410 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I
67420 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II
67460 Raumstationen - Entwurf, Systeme, Nutzung
67470 Seminar Systems Architecting
67490 Unkonventionelle Raumfahrtantriebe
68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden
68360 Nichtlineare Regelung
68370 Einführung in die Elektronik für Luft- und Raumfahrtingenieure
68520 Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition
68530 Grenzschichtströmungsdynamik und -kontrolle
68540 Grenzschichtströmungen
68560 Raketentreibstoffe I
68570 Raketentreibstoffe II
69510 Einführung in die Charakterisierung und Anwendung poröser Medien in der Luft- und Raumfahrt
70040 Anwendungssatelliten
70050 Numerische Strömungsmechanik
70060 Simulation verdünnter Gase und Plasmen
70070 Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop
71780 Strukturdynamik
71900 Laser und Optoelektronik in der Luft- und Raumfahrt
71910 Seminar zu Mehrphasenströmungen
71940 Additive Fertigungsverfahren
72170 Regelung von Windenergieanlagen und Windparks
72300 Fourieroptik und Spektroskopie
72310 Roverentwicklung für Explorationsaufgaben
72320 Roversystemtechnik
73440 Nonlinear Structural Dynamics
73540 Praktikum CubeSat Technik
77780 Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials
78890 Kleinsatellitenentwurf
78990 Strukturdynamik-Programmierseminar
79180 Astronautics and Space Exploration

Modul: 12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie

2. Modulkürzel:	060320011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Vorlesung: Po Wen Cheng Übung: Holger Fürst
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I
12. Lernziele:	• Die Studierenden erlangen Kenntnisse über die Grundlagen der Windenergie, insbesondere über die physikalischen und technischen Prinzipien bei modernen Windenergieanlagen. • Die Studierenden sind dabei in der Lage einfache physikalische Grundgleichungen und Zusammenhänge herzuleiten und ihre Bedeutung in Bezug auf die Nutzung von Windenergie zu verstehen sowie zu erklären. • Ausgehend vom Verständnis der einzelnen Teildisziplinen (Aerodynamik, Strukturdynamik, Elektrotechnik etc.) können die Studierenden den Aufbau und die Funktionsweise des Gesamtsystems Windenergieanlage erläutern und auf ausgewählten Gebieten elementare Auslegungs- und Entwurfsberechnungen durchführen. • Nach Abschluss der Lehrveranstaltung haben die Studierenden die wesentlichen Kompetenzen aufgebaut, die sie befähigen sich in Spezialgebiete im Bereich Windenergie (Komponentenauslegung, Modellierung und Simulation, Windparkplanung etc.) einzuarbeiten.
13. Inhalt:	• **Vorlesung** Einleitung, Historie und Potenziale, Beschreibung und Charakterisierung des Windes, Ertragsberechnung, Windmessung, Aerodynamische Grundlagen: Impulstheorie, Tragflügeltheorie, Blattauslegung nach Betz und Schmitz, Kennlinien, Typologien, Modellgesetze und Ähnlichkeitsregeln, Strukturdynamik, Konstruktiver Aufbau, Elektrisches System, Betriebsführung und Regelungstechnik. • **Übung und Versuch** Es werden 8 Hörsaalübungen sowie ein Hochlaufversuch im Böenwindkanal angeboten.

14. Literatur:	• lecture notes • R. Gasch und J. Twele, Windkraftanlagen • James F. Manwell, Jon G. McGowan und Anthony L. Rogers, Wind Energy Explained: Theory, Design and Application
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 124202 Übung Windenergienutzung I • 124201 Vorlesung Windenergienutzung I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	• Vorlesung: Präsenzzeit 28 Stunden, Selbststudium 62 Stunden • Übung: Präsenzzeit 8 Stunden, Selbststudium 74 Stunden • Windkanalversuch: Präsenzzeit 3 Stunden, Versuchsauswertung 5 Stunden Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	12421 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Das Versuchsprotokoll des Windkanalversuchs während des Semesters ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung. Die Prüfung umfasst einen Fragenteil (20 min) und einen Rechenteil (70 min).
18. Grundlage für ... :	Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen Windenergie 4 - Windenergie-Projekt
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Versuchsdurchführungen
20. Angeboten von:	Windenergie

Modul: 29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks

2. Modulkürzel:	060320012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Po Wen Cheng
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie
12. Lernziele:	After attending the class the students should have the basic technical understanding for the planning and realization of a wind park and the necessary knowledge on the regulatory, economic and environmental issues related to the construction and operation of wind farms.
13. Inhalt:	• Preliminary site assessment • Extreme wind distribution • Wake models for loads and park efficiency • Site specific load assessment • Environmental impact (noise, shadow) • Onshore: foundation and logistics • Grid connection and integration • Reliability of wind turbines • Load monitoring of wind turbine components • Offshore wind energy
14. Literatur:	• PowerPoint slides available in ILIAS • classroom exercise material available in ILIAS • text book: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner • http://www.wind-energie.de/infocenter/technik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 291501 Vorlesung Windenergie II • 291502 Übung Windenergie II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of lecture attendance: 28 hours Self-study time for lectures: 62 hours Time of classroom exercise attendance : 16 hours Self-study time for exercises: 74 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29151 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint slides and blackboard

20. Angeboten von: Windenergie

Modul: 30880 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen

2. Modulkürzel:	060320013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Po Wen Cheng
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie
12. Lernziele:	- Die Studierenden verfügen über das Systemverständnis einer gesamten Windenergieanlage (WEA). - Sie können numerisch und experimentell Belastungen an Windenergieanlagen ermitteln. - Sie können Lastrechnungen zur Auslegung der wichtigsten Komponenten und des Gesamtsystems anwenden. - Die Studierenden sind in der Lage, Simulationsprogramme am Beispiel einer typischen Multi-MW Windenergieanlage anzuwenden.
13. Inhalt:	Entwurf von Windenergieanlagen - Auslegungsmethodik und Richtlinien - Windfeldmodellierung (Begriffe, Turbulenzmodellierung, Extremereignisse) - Dynamik des Gesamtsystems (Campbell-Diagramm, Simulation, Strukturdynamik, Modellierung, Messtechnik) - Blattentwurf mit Nachlaufdrall - Blattelement-Impulstheorie (BEM-Algorithmus, empirische Korrekturen, dynamische Effekte, Schräganströmung) - Hydrodynamische Belastungen - Anlagenregelung und Betriebsführung - Lastfälle und Nachweise nach IEC 61400-1 ed. 3 (Auslegungsprozess, Lastfälle und Nachweise) - Messung von Belastungen und Leistung nach IEC 61400-12/-13 am Beispiel - Betriebsfestigkeit (Nachweiskonzepte für WEA, Rainflow, Palmgren-Miner, schädigungs-äquivalente Lasten, Lastverweildauer) - Software: Einführung in die Benutzung von Programmen zur Simulation von Windturbinen. Vermittlung der Grundlagen aeroelastischer Berechnungen bzw. Mehrkörpersimulation (Anwendung in Simulationsseminar) - Es werden Hörsaalübungen angeboten. - Im wöchentlichen Wechsel zu den Übungen findet das Simulationsseminar statt. In diesem wird ein Simulationsprogramm

	zur Auslegung von Windturbinen vorgestellt und unter Anleitung angewendet.
14. Literatur:	- Vorlesungsfolien im ILIAS - Übungsblätter im ILIAS - Windkraftanlagen (R. Gasch, J. Twele) - Wind Energy Explained: Theory, Design and Application (James F. Manwell, Jon G. McGowan, Anthony L. Rogers)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308801 Vorlesung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I) • 308802 Übung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I) • 308803 Simulationsseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	- Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Vorlesung: 24 Stunden - Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Vorlesung: 62 Stunden - Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Übung: 8 Stunden - Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Übung: 60 Stunden - Präsenzzeit Simulationsseminar: 9 Stunden - Selbststudium Simulationsseminar: 17 Stunden - Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30881 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 30881 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Windenergie 4 - Windenergie-Projekt
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Windenergie

Modul: 30890 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt

2. Modulkürzel:	060320014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Po Wen Cheng
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie 060320013 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen
12. Lernziele:	- Die Studierenden können in Teamarbeit ein Projekt entwickeln, das die Anforderungen eines praxisnahen Produktentwicklungsprozesses erfüllt. - Die Studierenden sind in der Lage einen industrienahen Entwicklungsprozess beispielhaft und in den wesentlichen Elementen umzusetzen. - Das theoretische Wissen das in den Modulen Windenergie 1 und Windenergie 3 erworben wurde, setzen die Studierenden in Teamarbeit praktisch um. Sie sind damit in der Lage ihre Entwurfsentscheidungen zu reflektieren und ingenieurwissenschaftlich zu untermauern.
13. Inhalt:	Entwurf von Windenergieanlagen II - Teambildung, Ressourcenverteilung, Projektplanung - Marktdefinition und Festlegen von Standortbedingungen - Definition des Pflichtenhefts - Aerodynamische Rotorauslegung und Anlagenregelung - Konzeptionierung und Layout - Analyse der Wirtschaftlichkeit und Kostenmodellierung - Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
14. Literatur:	- Unterlagen zur Vorlesung - Übung unter ILIAS - Begleitbuch: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner, 6. Aufl. - http://www.wind-energie.de/infocenter/technik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308901 Vorlesung Entwurf von Windenergieanlagen II (WEA II)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen II, Vorlesung: 20 Stunden Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen II , Vorlesung: 160 Stunden Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30891 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt (PL), Sonstige, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Gruppenarbeit
20. Angeboten von:	Windenergie

Modul: 36370 Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen

2. Modulkürzel:	060900121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Matthias Lehmann
9. Dozenten:	Matthias Lehmann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Softwarewerkzeuge und Softwaretechnik
12. Lernziele:	Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse im Entwicklungsprozess Software-dominanter Luftfahrtsysteme und können solche Prozesse definieren und bewerten.
13. Inhalt:	• Entwicklungsstandards am Beispiel der DO178 und der ARP 4754 • Lesen und interpretieren der Standards am Beispiel der DO178 • Grundlagen verschiedener Entwicklungsprocessen • Grundlagen des Requirements Based Engineering • Anwendung der Grundlagen an einem Beispiel mit gängigen Tools
14. Literatur:	Lehmann, M.: Prozesse, Methoden, Techniken. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 363701 Vorlesung Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h: (Präsenszeit: 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36371 Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Lehmann, M.: Prozesse, Methoden, Techniken. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013
19. Medienform:	Beamer, Tafelanschriebe
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 37090 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung

2. Modulkürzel:	060600110	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Michael Reck Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundzüge der Elastostatik, Finite Elemente
12. Lernziele:	Nichtlineare Finite Elemente Die Studierenden können mit geometrischen und werkstoffabhängigen Nichtlinearitäten umgehen und aus diesem Verständnis heraus mit nichtlinearen Aufgabenstellungen im Allgemeinen umgehen und diese grundsätzlich lösen. Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua Die Studierenden sind mit den Eigenheiten elastisch-plastischen Verhaltens metallischer Werkstoffe bei monotoner wie auch bei wechselnder Beanspruchung vertraut, und kennen die mathematischen Ansätze zu dessen Beschreibung. Sie wissen, die Festigkeitsreserven der plastischen Verformung bei der Bauteildimensionierung einzuschätzen. Sie kennen die grundlegenden Verfahren zur Lösung elastisch-plastischer Probleme und sind in der Lage in bestimmten Fällen analytische Ansätze zu erarbeiten. Sie sind vertraut mit der Tragfähigkeit elastisch-plastischer Systeme und beherrschen die Methoden zu deren Abschätzung bzw. Eingrenzung. Sie wissen über Versagen bzw. Anpassung des Tragwerks bei wechselnder Belastung Bescheid und können die Bedingungen für einen sicheren Einsatz festlegen. Sie beherrschen die grundlegenden Algorithmen elastisch-plastischer Berechnungen mit finiten Elementen, können das numerische Verhalten der Lösung wie Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit ergründen und interpretieren. Ebenso die numerische Lösung mit Hilfe des vermittelten theoretischen Hintergrunds.

	Sie kennen den Einfluss von der Temperatur sowie von der Zeit bei Werkstoffen mit viskosen Komponenten (Kriechen). Sie wissen über die Signifikanz von endlichen Formänderungen für die Bauteilstabilität. Sie sind mit der Modellierung von inelastischen Prozessen und mit deren numerischen Behandlung vertraut.
13. Inhalt:	Nichtlineare Finite Elemente • Lineare und nichtlineare Berechnung • Geometrische Nichtlinearitäten • Nichtlineares Material • Lagrangesche und Eulersche Formulierungen • Arbitrary Lagrangian Eulerian (ALE) • Lösungsmethoden und Stabilität (im-/explizit) • Ausgewählte Beispiele Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua • Stoffverhalten und mathematische Ansätze • Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua - Lösungsmethoden, Fallstudien • Tragfähigkeit und ihre Abschätzung - Traglasttheoreme • Wechselbelastung - Theorie der Anpassung • Numerische Berechnungsverfahren - Algorithmen, numerisches Verhalten • Einfluss von Temperatur und Zeit • Signifikanz endlicher Formänderungen - Bauteilstabilität • Modellierung und Simulation inelastischer Prozesse
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Literatur: H.R. Schwarz, Methode der finiten Elemente, B.G. Teubner Stuttgart K. J. Bathe, Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1986 J. T. Oden, Finite Elements of Nonlinear Continua, McGraw-Hill, 1972 T. Belytschko, W. K. Liu, B. Moran, Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley und Sons, 2000 M. A. Crisfield. Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Vol. 1:Essentials, John Wiley und Sons, 1997 H. Schade, K. Neemann. Tensoranalysis, De Gruyter, 2009 H. Altenbach. Kontinuumsmechanik,Springer-Verlag, 2012 I. Doltsinis, Elements of Plasticity - Theory and Computation, WIT Press Southampton 2000, 2nd edition 2010 I. Doltsinis, Large Deformation Processes of Solids, WIT Press Southampton 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 370901 Vorlesung Nichtlineare Finite Elemente • 370902 Vorlesung und Übung Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 58 h, Selbststudium 122 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	37091 Nichtlineare Methoden der Tragwerksberechnung (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Visualizer, Tafelanschrieb, PowerPoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 39460 Carbon Composites Trainee-Programm

2. Modulkürzel:	060310116	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Florian Helber
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die aktuellen Geschehnisse in Forschung und Industrie. Die Studenten sollen am Ende des Programms die komplexen Zusammenhänge der Faserverbundtechnologien verstehen. Es soll verstanden werden worauf es bereits in der Auslegung von Bauteilen, sowie der Auswahl von Materialien und Herstellungsmethoden ankommt. Das Besondere an diesem Programm ist, dass die Vorlesungen von den Experten des jeweiligen Fachgebiets gehalten werden. Die Studierenden verstehen, welche Kriterien und Parameter für die Wahl der Herstellungsmethoden wichtig sind. Sie kennen die Vor- und Nachteile der jeweiligen Methoden. Durch Materialverständnis können sie das Leichtbaupotential bei der Auslegung von Bauteilen besser ausschöpfen.
13. Inhalt:	Bauteilauslegung Fasertypen und Herstellung Matrixsysteme Textiltechnik Injektionsverfahren Duromere Matrixsysteme Zerstörunfgsfreie Prüfung
14. Literatur:	Skripte werden von den jeweiligen Dozenten/Professoren zur Verfügung gestellt.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 394601 Vorlesung Carbon Composites Trainee-Programm
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit Vorlesung: 42 Stunden Selbststudiumszeit: 48 Stunden Gesamt: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39461 Carbon Composites Trainee-Programm (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Das Programm richtet sich an Studenten, die neben ihrem Studium die Chance nutzen wollen, eine zusätzliche Ausbidlung auf dem Gebiet der Faserverbundwerkstoffe zu erhalten. Der theoretische Teil des Programms besteht aus 7 Vorlesungstagen, an denen die Studenten vertieftes Wissen

	zum Thema Faserverbundwerkstoffe geleert bekommen. Professoren und Dozenten verschiedener Universitäten und Forschungsreinrichtungen halten Vorlesungen zu den Themen: Strukturmechanik, Matrixsysteme, Fasertechnologien, Textile Preformtechnologien, Injektion und Aushärtung. Die Vorlesungen finden in Form von Blockveranstaltungen statt.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT

2. Modulkürzel:	060100010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz Bernhard Weigand
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	MatLab-Kenntnisse, Kenntnisse in der numerische Mathematik für Ingenieure, wie sie im Rahmen des Moduls Numerische Simulation (060100001) des Bachelor-Studienganges Luft- und Raumfahrttechnik erworben werden.
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Lösungseigenschaften der verschiedenen mathematischen Modelle, die in der Luft- und Raumfahrttechnik auftreten. Sie kennen Methoden, um diese Modelle in Spezialfällen zu vereinfachen und können diese einsetzen, um einfache analytische Lösungen abzuleiten. Die Studierenden besitzen einen Überblick über die numerischen Verfahren, die in Rechenprogrammen für Probleme der Luft- und Raumfahrttechnik benutzt werden und kennen deren Eigenschaften. Sie können diese in vereinfachten Situationen auch in Rechenprogramme umsetzen. Sie können diese validieren und Simulationen ausführen. Die Studierenden sind in der Lage, die numerischen Ergebnisse eines Rechenprogramms hinsichtlich Qualität und Genauigkeit zu beurteilen.
13. Inhalt:	Es werden Grundlagen der mathematischen Modellierung und der Methoden der angewandten Mathematik behandelt, insbesondere mit dem Ziel der Berechnung von Lösungen von partiellen Differenzialgleichungen. Die Grundlagen umfassen hier Dimensionsanalyse, Störungsrechnung, mathematische Modellierung mit Differenzialgleichungen, Lösungsansätze für einfache partielle Differenzialgleichungen, Fourier Reihen und Transformation, Separationsansätze, Erhaltungsgleichungen. Aufbauend auf den Grundlagen der numerischen Mathematik werden die Prinzipien der Konstruktion numerischer Methoden erläutert. Die analytischen und numerischen Werkzeuge werden zur Bestimmung von Lösungen und Näherungslösungen eingesetzt, wie stationäre Wärmeleitungsprobleme, instationäre Diffusion und Wärmeleitung und Wellenausbreitung. Dabei werden Finite-Volumen-, Finite-Elemente- und Differenzen-Verfahren abgeleitet

	und angewandt. Die Übertragung der Methoden auf die Lösung von Strömungs- und Transportprozessen und Probleme in Statik und Dynamik wird behandelt und in Übungen und Übungsblättern praktisch ausgeführt.
14. Literatur:	Literatur: Munz, Westermann: Numerische Behandlung von gewöhnlichen und partiellen Differenzialgleichungen, Springer-Verlag B. Weigand, Analytical Methods for Heat Transfer and Fluid Flow Problems, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 400101 Vorlesung mit Übungen Analytische und numerische Methoden • 400102 Tutorium Analytische und numerische Methoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Analytische und numerische Methoden, Vorlesung: 120 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 64 h) Tutorium: 60h (Präsenzzeit 28h , Selbsstudium 32h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40011 Analytische und Numerische Methoden in der LRT (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 40840 Flugregelung

2. Modulkürzel:	060200009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Werner Grimm Ulrich Butter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Flugmechanik, Modul 060200003
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die geforderten Eigenschaften eines geregelten Flugzeugs. Die Studierenden kennen die Regelziele und die Umsetzungsvarianten stabilitätserhöhender Rückführungen. Die Studierenden kennen die Regelziele und die Umsetzungsvarianten der wichtigsten Autopiloten.
13. Inhalt:	Flugeigenschaftskriterien für die Längs- und Seitenbewegung stabilitätserhöhende Rückführungen in der Längs- und Seitenbewegung Autopiloten der Längs- und Seitenbewegung (Höhen- und Geschwindigkeitshaltung, Azimutregler, automatische Landung usw.)
14. Literatur:	U. Butter, Flugregelung, Skript R. Brockhaus, Flugregelung, Springer B.L. Stevens und F.L. Lewis, Aircraft Control and Simulation, Wiley
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 408401 Vorlesung Flugregelung • 408402 Übung Flugregelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugregelung, Vorlesung: 21 h Präsenzzeit, 39 Stunden Selbststudium Flugregelung, Übung: 10 h Präsenzzeit, 20 Stunden Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40841 Flugregelung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Zuhilfenahme von Projektor und Beamer, elektronische Unterlagen im Netz
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 43070 Verkehrstelematik

2. Modulkürzel:	062300006	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Martin Metzner
9. Dozenten:	Martin Metzner Annette Scheider
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in der Lage sein, die Interaktion von Positionsbestimmung, Navigation und Kommunikation zu verstehen und entsprechende Systeme zu analysieren und zu konzipieren.
13. Inhalt:	• Verkehrstelematik für Land- und Luftverkehrsanwendungen • Geodaten in der Telematik: Digitale Straßenkarte (GDF), Amtliche Kartendaten (ATKIS, OKSTRA), Digitale Flughafenkarte • Kommunikationstechniken im Straßen- und Flugverkehr • Ortung und Navigation: Fahrzeugsensorik • Routingalgorithmen • Map-Matching und Map-Aiding • Fahrzeug-Navigationssysteme • Verkehrsdatenerfassung: Verkehrsdaten, stationäre und infrastrukturgestützte Erfassung, Floating Car Data, Floating Phone Data • Anwendungen und Dienste z.B. Verkehrsleitzentrale, Fahrerassistenzsysteme, Mobilitäts- und Informationsdienste, LBS, Flottenmanagement • Verkehrstelematik im Schienenverkehr • Verkehrstelematik im Flugverkehr: EnRoute, Start- und Landung, Rollfeld und Rollbahnen
14. Literatur:	• McQueen, B. und McQueen, J. (1999): Intelligent transportation systems architectures. Boston: Artech House. • Drane, C. und Rizos, C. (1998): Positioning systems in intelligent transportation systems. Boston: Artech House.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 430701 Vorlesung Verkehrstelematik

	• 430702 Übung Verkehrstelematik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Verkehrstelematik, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Verkehrstelematik, Übung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) **Gesamt: 180 h** (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium: 124 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 43071 Verkehrstelematik (PL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, Laptop und Beamer, GIS- und Rechenübungen
20. Angeboten von:	Ingenieurgeodäsie und Geodätische Messtechnik

Modul: 43160 Mustererkennung und Optimierung

2. Modulkürzel:	062200208	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Norbert Haala
9. Dozenten:	Susanne Becker Norbert Haala
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	LV Topologie und Optimierung Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der geometrischen Topologie. Die elementaren Methoden der Kürzeste-Wege-Analysen, Flächenbildung und Segmentierung werden beherrscht. Des Weiteren wird das Grundlagenverständnis zur mathematischen Optimierung vermittelt. Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der automatischen Auswertung von Bilddaten für photogrammetrische Anwendungen. LV Mustererkennung und Bildverstehen Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der Segmentierung und semantischen Bildanalyse basierend auf Klassifikations- und Clusterverfahren. Die elementaren Methoden und statistischen Grundlagen zum Aufbau eines Mustererkennungssystems werden beherrscht.
13. Inhalt:	LV Topologie und Optimierung Grundlagen der Topologie, Netze und Netzwerkanalysen, Kürzeste Wege in Graphen, Bäume. Einführung in die Optimierung, L1, L2- und Linf-Optimierung, Netzwerk-Design, Genetische Algorithmen in der Optimierung, Maschinelles Lernen LV Mustererkennung und Bildverstehen Aufgaben der Mustererkennung, Vorverarbeitung und Merkmalsextraktion aus Bildern, wissenbasierte Bildanalyse, statistischer Entscheidungstheorie und numerische Klassifikation, Markoff Netzwerke, Bayes'sche Netze, Anwendungen in der photogrammetrischen Bildanalyse
14. Literatur:	• C. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006 • Duda, Hart and Stork, Pattern Classification, Second Edition, Wiley, 2001 • Skripte, Übungen in MATLAB
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 431601 Vorlesung Topologie und Optimierung • 431603 Vorlesung Mustererkennung und Bildverstehen • 431602 Übung Topologie und Optimierung • 431604 Übung Mustererkennung und Bildverstehen

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	**Gesamt: 180 h** (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 43161 Mustererkennung und Optimierung (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Für jede Vorlesung wird ein Video-Podcast erstellt und zusätzlich zu den Präsentationsunterlagen zur Verfügung gestellt
20. Angeboten von:	Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformatik

Modul: 43970 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I

2. Modulkürzel:	060101001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Thorsten Lutz
9. Dozenten:	Thorsten Lutz Johannes Schneider Andreas Strohmayer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage Profilpolaren zu lesen und zu interpretieren und verstehen den Einfluss elementarer geometrischer Parameter auf die Profileigenschaften. • Sie kennen den Einfluss der Mach-Zahl auf die Umströmung und die aerodynamischen Eigenschaften von Profilen. • Die Studierenden verstehen den Einfluss des Grundrisses auf die aerodynamische Leistung und das Abreißverhalten von subsonischen Tragflügeln und können Berechnungsprogramme zur Auslegung von Tragflügeln anwenden. • Die Studierenden kennen Rahmenbedingungen und Ablauf einer Flugzeugentwicklung. • Sie kennen die im Flugzeugvorentwurf gängigen Verfahren und können Eingangsparameter wie Massenaufteilung, Flächenlast und Schubbelastung abschätzen. • Die Studierenden sind in der Lage, eine Flugzeugkonfiguration mit ihren Hauptkomponenten auszulegen und den Entwurf zu bewerten.
13. Inhalt:	**Flugzeugaerodynamik I:** • Reibungsfreie und reibungsbehaftete inkompressible Profilumströmung • Skelett-Theorie • Profilpolaren • Druck- und Neutralpunkt • Linearisierte Potentialgleichung • Ähnlichkeitsregeln für Unter- und Überschall • transsonische Profilumströmung • supersonische Profilumströmung • subsonische Tragflügelumströmung • Prandtl'sches Traglinienverfahren • Multhopp-Verfahren und Anwendungen

	• Einfluss des Grundrisses auf die Tragflügelaerodynamik **Flugzeugentwurf I:** • Technische und wirtschaftliche Voraussetzungen für eine Flugzeugentwicklung • Entwurfsmethodik und Phasen im Entwurfsprozess • Verfahren für den Vorentwurf • Wahl der Flugzeugkonfiguration und Auslegung der Hauptkompo-nenten: Rumpf, Tragflügel, Leitwerk, Steuerflächen, Antriebs- und Fahrwerksintegration • Entwurfsbewertung: Auftrieb und Widerstand, Massen und Schwerpunktslagen, Flugleistungen und Flugeigenschaften
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Übungsgblätter Graphisch interaktives Programm "AERO Anderson, J.D.: Fundamentals of Aerodynamics Anderson, J.D.: Modern Compressible Flow Schlichting, Truckenbrodt: Aerodynamik des Flugzeuges Raymer, D.P.: Aircraft Design: A Conceptual Approach Roskam, J.: Airplane Design Stinton, D.: The Anatomy of the Aeroplane Stinton, D.: The Design of the Aeroplane Torenbeek, E.: Synthesis of Subsonic Airplane Design
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 439701 Vorlesung Flugzeugaerodynamik I • 439702 Übung Flugzeugaerodynamik I • 439703 Vorlesung Flugzeugentwurf I • 439704 Übung Flugzeugentwurf I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugzeugaerodynamik I, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h) Flugzeugaerodynamik I, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h) Flugzeugentwurf I, Vorlesung+Übungen: 90h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 110 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	43971 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Aerodynamik und Flugzeugentwurf II
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Programmanwendungen
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 43980 Luftfahrttriebwerke und Verbrennung

2. Modulkürzel:	060400119	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Stephan Staudacher Manfred Aigner Uwe Riedel Peter Gerlinger
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Anwendung von Ähnlichkeitsparametern für Komponenten und ganze Gasturbinenanlagen ist verstanden. • Die mechanische und thermodynamische Kopplung der einzelnen Komponenten ist verstanden. • Das stationäre Betriebsverhalten verschiedenster Fluggasturbinen ist verstanden und kann in Beispielen angewandt werden. • Die daraus resultierende Vorgehensweise bei der Leistungsberechnung von Flugtriebwerken ist durchdrungen. • Das instationäre Betriebsverhalten von Gasturbinenanlagen kann an hand von Ähnlichkeitsparametern beschrieben werden. • Grundlegendes Verständnis von Verbrennungsvorgängen ist vorhanden • Erste quantitative Methoden zu Wärme- u. Stoffübertragung sind bekannt • Die Studierenden kennen die Haupteinsatzgebiete verschiedener gasförmiger und flüssiger Brennstoffe • Die Wirkketten bei der Schadstoffbildung können benannt werden • Die wesentlichen Konzepte der Chemischen Thermodynamik und Reaktionskinetik können benannt und erläutert werden
13. Inhalt:	Ähnlichkeitsparameter, stationäres und instationäres Betriebsverhalten Brennstoffe, Thermodynamik, Reaktionskinetik, Schadstoffbildung
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 439801 Vorlesung mit Übungen Turboflugtriebwerke • 439802 Vorlesung mit Übungen Einführung in die Verbrennung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Turboflugtriebwerke. Vorlesung + Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)

	Einführung in die Verbrennung, Vorlesung + Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56, Selbststudium 124)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	43981 Luftfahrttriebwerke und Verbrennung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 44010 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060110111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Manuel Keßler
9. Dozenten:	Manuel Keßler
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die wesentlichen aeroakustischen Phänomene, die Entstehung und Ausbreitung von Schall sowie experimentelle und simulative Möglichkeiten zur Analyse und Reduktion von Lärm
13. Inhalt:	Aeroakustische Phänomene Einführung in die Akustik Messtechnik Wellenakustik Ausbreitungsphänomene Aerodynamische Quellen Schallerzeugung und -abstahlung Simulationsverfahren
14. Literatur:	Skript "Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440101 Vorlesung mit Übungen Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44011 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik

Modul: 44020 Aerodynamik und Flugzeugentwurf II

2. Modulkürzel:	060311101	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Strohmayer
9. Dozenten:	Maged Sorour Thorsten Lutz Andreas Strohmayer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Besuch der Lehrveranstaltungen des Moduls "Aerodynamik und Flugzeugentwurf I (060101001)
12. Lernziele:	**Flugzeugentwurf II** Die Studierenden sind in der Lage, einen mit Vorentwurfsmitteln ausgelegten Basisentwurf iterativ zu verbessern und kennen tiefergehende Verfahren der Entwurfsbewertung. Dabei können sie neben konventionellen Entwürfen auch ausgewählte unkonventionelle Konfigurationen auslegen. **Flugzeugaerodynamik II** • Die Studierenden kennen die Grundlagen und Anwendungsgrenzen von aerodynamischen Berechnungsmethoden, die im Vorentwurf und für Lastannahmen einsetzbar sind und können entsprechende Programme für Entwurfszwecke einsetzen. • Die Studierenden verstehen den Einfluss der Pfeilung auf die aerodynamischen Eigenschaften von Tragflügeln in allen Mach-Zahl Bereichen und können die Wahl der Pfeilung bei Verkehrsflugzeugen und Überschallflugzeugen nachvollziehen. • Sie können die zu erwartenden aerodynamischen Effekte bei Überschall-Tragflügeln ohne aufwändige Rechnung abschätzen und sind so in der Lage die Ergebnisse numerischer Simulationen zu bewerten. • Sie kennen komplexe aerodynamische Effekte (Instationarität, Interferenzeffekte, nichtlineare Effekte) und den Einfluss auf die aerodynamischen Eigenschaften.
13. Inhalt:	**Flugzeugentwurf II**

	Bewertung des Iterationsentwurfs: Hochauftrieb und Widerstand; Masse und Schwerpunkt, Flugeigenschaften und Flugleistungen, weitere Bewertungskriterien (DOC, Wartbarkeit, …) Optimierung und parametrische Analysen Unkonventionelle Konfigurationen **Flugzeugaerodynamik II** Erweitertes Traglinienverfahren Weissinger-Verfahren + Anwendungen Wirbelleiterverfahren + Anwendungen Nichtlineare Aerodynamik, Flügel kleiner Streckung, Deltaflügel Prinzip der Unabhängigkeit Pfeilungseffekte bei subsonischer, transsonischer und supersonischer Strömung Supersonische Flügelumströmung Interferenzeffekte Grundzüge der instationären Strömung
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung; Foliensatz Übungsgblätter Graphisch interaktives Programm "AERO Anderson, J.D.: Fundamentals of Aerodynamics Anderson, J.D.: Modern Compressible Flow Schlichting, Truckenbrodt: Aerodynamik des Flugzeuges Raymer, D. P.: Aircraft design : a conceptual approach Nicolai, M.: Fundamentals of Aircraft Design Roskam, J.: Airplane Aerodynamics and Performance
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440201 Vorlesung Flugzeugentwurf II • 440202 Übung Flugzeugentwurf II • 440203 Vorlesung Flugzeugaerodynamik II • 440204 Übung Flugzeugaerodynamik II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugzeugentwurf II, Vorlesung+Übung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62h) Flugzeugaerodynamik II, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h) Flugzeugaerodynamik II, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44021 Aerodynamik und Flugzeugentwurf II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Entwurf von Luftfahrzeugen, unter besonderer Berücksichtigung der Drehflüglertechnik

Modul: 44030 Wind Turbine Noise

2. Modulkürzel:	060110143	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Thorsten Lutz
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• The students know the different noise sources of modern wind turbines and the physical mechanisms of the noise contributions. • They are familiar the state-of-the-arts prediction methods, from efficient industry models to costly numerical methods, as well as the limitations and limits of applicability of the approaches. • The students are familiar with techniques to reduce the different noise contributions and have basic knowledge about low noise wind turbine blade design
13. Inhalt:	• Introduction to wind energy, current problems, noise regulations, necessity of noise reduction und design concepts • Basics of aeroacoustics, sound and noise, governing equations of aerodynamics und aeroacoustics, solutions methods • Noise mechanisms of wind turbine, low frequency noise, turbulent inflow noise, tip noise, boundary-layer separation noise, bunt-trailing edge noise und turbulent boundary-layer trailing-edge interaction noise • Basics of airfoil aerodynamics, definition of different aerodynamics parameters, turbulent boundary-layer theory, overview about numerical prediction methods e.g. DNS, RANS, LES • Wind turbine noise prediction methods, state of the art, empirical/semiempirical models, simplified theoretical models, overview on CAA und hybrid-CAA methods • Noise reduction and aeroacoustics blade design concepts, an example problem definition and solution
14. Literatur:	Powerpoint Folien Berechnungsprogramm IAGNoise GUI Berechnungsprogramm XFOIL S. Wagner, R. Bareiss, G. Guidati: Wind Turbine Noise
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440301 Vorlesung Akustik von Windenergieanlagen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44031 Wind Turbine Noise (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Veranstaltung wird derzeit nicht angeboten!
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Programmanwendungen

20. Angeboten von: Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 44040 Analyse tropfendynamischer Prozesse

2. Modulkürzel:	060700402	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Norbert Roth
9. Dozenten:	Roth, Norbert; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden können Prozesse mit Tropfen in den Alltag einordnen. • Die Studierenden können Tropfen und Prozesse mit Tropfen physikalisch beschreiben. • Die Studierenden können mit ausgewählten verschiedenen Beschreibungsmethoden (Analytik, Numerik, Experiment) umgehen. • Die Studierenden haben einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung bei ausgewählten tropfendynamischen Prozessen.
13. Inhalt:	• Einführung in die Physik von Tropfen • Beschreibung von verschiedenen tropfendynamischen Prozessen • Experimente zu ausgewähltem Prozess mit Tropfen • Numerisches Experiment zu ausgewähltem Prozess mit Tropfen
14. Literatur:	Weiterführende und vertiefende Literatur: • P.-G. de Gennes et al.: Capillarity and Wetting Phenomena, Springer Verlag, 2004 • A. Frohn und N. Roth: Dynamics of Droplets, Springer Verlag, 2000 • Proceedings n-th ILASS
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440401 Vorlesung Analyse tropfendynamischer Prozesse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44041 Analyse tropfendynamischer Prozesse (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, Overhead-Projektor, Folienpräsentation, Labortermine Vorlesung im Sommersemester auf Deutsch Vorlesung im Wintersemester wahlweise auf Englisch
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44050 Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme

2. Modulkürzel:	060700301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Weigand, Bernhard; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden können partielle Differenzialgleichungen einteilen und wissen welche Lösungsmethoden für welche Gleichung angewendet werden soll. • Die Studierenden können Separationsmethoden anwenden und können Eigenwertprobleme lösen. • Die Studierenden wissen wie man eine partielle DGL auf Ähnlichkeitslösungen hin überprüft und wie man diese dann bestimmt.
13. Inhalt:	• Einteilung von partiellen Differenzialgleichungen • Lösungsmethoden für lineare partielle Differenzialgleichungen (Separationsmethoden, Intergraltransformationen) • Allgemeine Eigenwertprobleme (Sturm-Liouville'sche Eigenwertprobleme) • Lösungsmethoden für nichtlineare partielle Diffferenzialgleichungen (Variablentransformation, Trennung der Variablen, Ähnlichkeitslösungen) • Störungsrechnung
14. Literatur:	B. Weigand, Analytical Methods for Heat Transfer and Fluid Flow Problems, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440501 Vorlesung Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme • 440502 Seminar Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme, Seminar: 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 105 h (42 h Präsenzzeit, 63 h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44051 Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Projektor, Tafel, Präsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44060 Integrierte Modulare Avionik und Entwicklungsprozess

2. Modulkürzel:	060900111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Matthias Lehmann
9. Dozenten:	Matthias Lehmann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Integrierte Modulare Avionik (IMA): Studierende haben vertiefte Kenntnisse in der IMA-Technologie. Sie können Luftfahrtsysteme auf Basis von IMA auslegen und realisieren. Entwicklungsprozess: Studierenden haben detaillierte Kenntnis vom Entwicklungsprozess software-dominanter Luftfahrtsysteme. Sie können solche Prozesse definieren und bewerten.
13. Inhalt:	Integrierte Modulare Avionik: • Grundlagen der IMA Technologien • IMA Plattformkonzepte • IMA und Luftfahrtsysteme • ARINC 653 - API, Operating-System, • Entwicklung und Realisierung einer Anwendung mit dem ARINC 653 API • Signalverarbeitung und Buskommunikation mit AFDX • Auslegen und Verifikation einer Systemfunktion Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen • Entwicklungsstandards am Beispiel der Do178 und der ARP 4754 • Lesen und interpretieren der Standards am Beispiel der DO178 • Grundlagen verschiedener Entwicklungsprocessen • Grundlagen des Requirements Based Engineering • Anwendung der Grundlagen an einem Beispiel mit gängigen Tools
14. Literatur:	• Entwicklungsprozess: Skript • Integrierte Modulare Avionik: Skript • Civil Avionics Systems (AIAA Education Series)von I. Moir, Sirona G. Knight, Ian Moir
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440601 Praktikum Integrierte Modulare Avionik • 440602 Vorlesung Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Integrierte Modulare Avionik, Praktikum: 90h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 48 h) Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen, Vorlesung: 90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium62h) Gesamt: 180h (70h Präsenzzeit, 110h Selbststudium)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	44061 Integrierte Modulare Avionik und Entwicklungsprozess (Prüfung) (PL), Sonstige, Gewichtung: 1 (Integrierte Modulare Avionik, mündliche Prüfung, 30 min., Gewichtung: 0.5, Entwicklungsprozess von Luftfahrtsystemen, schriftliche Prüfung, 60 min., Gewichtung 0.5)
18. Grundlage für ... :	Entwicklungsprozess: SkriptIntegrierte Modulare Avionik: SkriptCivil Avionics Systems (AIAA Education Series)von I. Moir, Sirona G. Knight, Ian Moir
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Übungsaufgabenblätter und Anschriebe
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44070 Analytische Methoden

2. Modulkürzel:	060700300	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Weigand, Bernhard; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gomaa, Hassan; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die verschiedenen Einheitensysteme. • Die Studierenden verstehen die Aussage des Pi-Theorems. • Die Studierenden können eine Dimensionsmatrix aufstellen und die dimensionslosen Gruppen bestimmen. • Die Studierenden wissen, wie man die Modelltheorie anwenden muss. • Die Studierenden wissen, was man unter einer Ähnlichkeitslösung versteht. • Die Studierenden können partielle Differenzialgleichungen einteilen und wissen welche Lösungsmethoden für welche Gleichung möglich ist. • Die Studierenden können Separationsmethoden anwenden und können Eigenwertprobleme lösen. • Die Studierenden wissen wie man eine partielle DGL auf Ähnlichkeitslösungen hin überprüft und wie man diese dann bestimmt.
13. Inhalt:	• Einheitensysteme, Dimensionsformel und Bridgeman-Gleichung • Buckingham (Pi) Theorem • Modelltheorie • Wahl des Basisgrößensystems • Ähnlichkeitslösungen • Einteilung von partiellen Differenzialgleichungen • Lösungsmethoden für lineare partielle Differenzialgleichungen (Separationsmethoden, Intergraltransformationen) • Allgemeine Eigenwertprobleme (Sturm-Liouville'sche Eigenwertprobleme) • Lösungsmethoden für nichtlineare partielle Diffferenzialgleichungen (Variablentransformation, Trennung der Variablen, Ähnlichkeitslösungen) • Störungsrechung
14. Literatur:	• V. Simon, B. Weigand, H. Gomaa: Dimensional Analysis for Engineers, Springer, 2017 • Kays, Crawford, Weigand: Convective Heat and Mass Transfer, McGraw Hill 2005

	• B. Weigand, Analytical Methods for Heat Transfer and Fluid Flow Problems, Springer-Verlag • J.H. Spurk, Dimensionsanalyse in der Strömungslehre, Springer-Verlag • H. Görtler, Dimensionsanalyse, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440704 Seminar Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme • 440701 Vorlesung Dimensionsanalyse • 440702 Seminar Dimensionsanalyse • 440703 Vorlesung Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dimensionsanalyse, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Dimensionsanalyse, Seminar (freiwillig): 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme, Seminar: 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 189 h (70 h Präsenzzeit, 119 h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44071 Analytische Methoden (PL), Schriftlich, 180 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44080 Angewandte Luftfahrtsysteme

2. Modulkürzel:	060900112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen Anforderungen, Funktion, Aufbau realer Luftfahrtsysteme von Verkehrsflugzeugen (AT), Militärflugzeugen (MIL), Hubschrauber (HC).
13. Inhalt:	• Primäres Flugsteuerungssystem (AT) • Hochauftriebssystem (AT) • Autopilot und Flight Director (AT) • Flugmanagementsystem (AT) • Integrierte Navigation (AT) • Informations-/Kommunikationssysteme (AT) • Auswahl von Utility Systemen (AT) • Exemplarische Kabinensysteme (AT) • Flugsteuerungssysteme (MIL) • Flugsteuerungssysteme (HC)
14. Literatur:	• Reichel, R.: Angewandte Luftfahrtsysteme I/II. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013. • Moir, Ian. Civil Avionics Systems. Professional Engineering Publishing Limited. London 2003. • Moir, Ian. Aircraft systems - Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. Professional Engineering Publishing Limited. 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440801 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme I • 440802 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Angewandte Luftfahrtsysteme I: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Angewandte Luftfahrtsysteme II: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180h (Präsenzzeit: 56h, Selbststudium: 124h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44081 Angewandte Luftfahrtsysteme (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 Schriftlich, 120 Minuten
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Folien
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44090 Angewandte Luftfahrtsysteme I

2. Modulkürzel:	060900117	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen Anforderungen, Funktion, Aufbau realer Flugsteuerungssysteme für Verkehrsflugzeuge (Airbus, Boeing), Militärflugzeuge und Hubschrauber.
13. Inhalt:	• Übersicht Safety-Anforderungen • Klassischer Redundanzstrukturen für Avionikrechner • Einführung Aktuatoren, Sensoren • Primärsteuerungssystem Airbus • Primärsteuerungssystem Boeing • Steuerungssystem Eurofighter • Steuerungssystem Hubschrauber NH90
14. Literatur:	• Reichel, R.: Angewandte Luftfahrtsysteme I. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013. • Moir, Ian. Civil Avionics Systems. Professional Engineering Publishing Limited. London 2003. • Moir, Ian. Aircraft systems - Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. Professional Engineering Publishing Limited. 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440901 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44091 Angewandte Luftfahrtsysteme I (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Schriftlich, 60 Minuten
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Präsentationsfolien
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44100 Angewandte Luftfahrtsysteme II

2. Modulkürzel:	060900118	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen Anforderungen, Funktion, Aufbau realer Luftfahrtsysteme in den Domänen Hochauftrieb, Autoflight, Navigation, Utility, Kabine, Information/Kommunikation von Verkehrsflugzeugen.
13. Inhalt:	• Hochauftriebssytem • Autoflight-System • Integrierte Navigation • Auswahl an Utility Systemen • Informations/Kommunikations-Systeme • Kabinensysteme
14. Literatur:	• Reichel, R.: Angewandte Luftfahrtsysteme II. Skript, Institut für Luftfahrtsysteme,Universität Stuttgart, 2013. • Moir, Ian. Civil Avionics Systems. Professional Engineering Publishing Limited. London 2003. • Moir, Ian. Aircraft systems - Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. Professional Engineering Publishing Limited. 2001.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441001 Vorlesung Angewandte Luftfahrtsysteme II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44101 Angewandte Luftfahrtsysteme II (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Schriftlich, 60 Minuten.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Präsentationsfolien
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44110 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle

2. Modulkürzel:	060110153	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist
9. Dozenten:	Peter Gerlinger Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen: • ausgewählte Turbulenzmodelle und Transportgleichungsmodelle • Large-Eddy Simulation und hybride Verfahren • turbulente Mischung und Verbrennung • Fragen der Validierung und Implementierung • typische Anwendungsergebnisse
13. Inhalt:	• algebraische Modelle • Ein- und Zweigleichungsmodelle • Reynolds-Stress-Modelle • Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion • Grobstruktursimulation
14. Literatur:	John L. Lumley, First Course of Turbulence Stephen B. Pope, Turbulent Flows David C. Wilcox: Turbulence Modeling for CFD
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441101 Vorlesung Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle • 441102 Tutorium Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44111 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Präsentation &; Folien
20. Angeboten von:	Verbrennungstechnik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44120 Art of Science of Systems Architecting

2. Modulkürzel:	060600103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Digitaler Produktentwurf, Modulkürzel 060600105
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die Ansätze und Grundlagen zum Entwurf und Management großer Ingenieursysteme (Flugzeuge, Satelliten, Autos, Schiffe, usw.) kennen und kritisch hinterfragen. Hierzu wird der aktuelle Stand der Vorgehensweise durch Vertreter aus der Industrie dargestellt und vergleichend untersucht.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen Ansätze, Methoden und Vorgehensweisen großer Ingenieursysteme kennen und analysieren. Hierzu gehören folgende Ingenieursysteme: : - Flugzeuge (z.B. Kabine, N.N., Airbus Operations GmbH, Hamburg) - Autos (z.B. Body in white, N.N., Daimler AG, Sindelfingen) - Schiffe (Systems Eng. F125, N.N., Blohm und Voss, Hamburg) - Satelliten (Virtual Spacecraft Design, N.N., EADS Astrium, Friedr.) - Hubschrauber (Requirements Eng., N.N., ESG GmbH, Ausgburg) - Softwaresysteme (Architektur, N.N., IBM Deutschland GmbH) - Netzwerke (Datensicherheit, N.N. LKA Stuttgart) - Rechenzentren (Dienste, N.N., AOK Baden-Württemberg) Hierbei wird in der Analyse und Synthese der komplexen Systeme bes. Augenmerk auf folgende Eigenschaften der Methoden gelegt: - Erkennen von Kopplungen (natürlichsprachliche Beschreibung) - Formalisierung auf formale (Fach-)Ontologie - Ableitung des verwendeten Entwurfsschemas - Identifikation von Entwurfstreibern - Sensitivitätsanalysen/system trades - Topologiebewertung/Technologieeinhüllende
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Art and Science of Systems Architecting INCOSE Systems Engineering Handbook NASA systems engineering manual ESA ECSS design standards Luftfahrttechnisches Handbuch
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441201 Vorlesung Art and Science of Systems Architecting
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44121 Art of Science of Systems Architecting (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 44140 Autoflight und Air Traffic Management

2. Modulkürzel:	060900115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Marco Dupper
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Studierende kennen • Funktion und Aufbau eines realen Autoflight- und Displaysystems eines modernen Verkehrsflugzeugs, • Grundlagen zu Air Traffic Management, • Grundlagen zur Flugplanung.
13. Inhalt:	Allgemeine Grundlagen zu • Air Traffic Management, • Systemen wie Autopilot, Flight Director, Flight Management, Navigation, • Situations Awareness neuer Displaykonzepte, • Flugplanung, Take-Off-Performance. Praktische Einführung/Grundlagen zum Airbus-Autoflight-Simulator mit Sichtsystem am ILS. Durchführen von Übungen am Simulator.
14. Literatur:	Präsentationsfolien Airbus Industries: "Flight Crew Operating Manual - FCOM - A320
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441401 Seminar Autoflight und Air Traffic Management • 441402 Freie Übungen am Simulator
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h, (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44141 Autoflight und Air Traffic Management (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündlich, 20 Minuten
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Skript zur Vorlesung, Präsentationsfolien Airbus Industries: "Flight Crew Operating Manual - FCOM - A320
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44150 Bahnmechanik für Raumfahrzeuge

2. Modulkürzel:	060500116	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Frank Zimmermann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse über die verschiedenen bahnmechanischen Aspekte in der Raumfahrttechnik. Sie kennen die verschiedenen Störeinflüsse und können ihre Auswirkungen auf Satellitenbahnen abschätzen. Sie kennen besonders ausgezeichnete Bahnen für spezielle Raumfahrtanwendungen und können den benötigten Antriebsbedarf zum Erreichen dieser Bahnen für verschiedene Szenarien abschätzen. Sie wissen wie prinzipiell aus einfachen Beobachtungen die Bahnelemente bestimmt werden. Außerdem kennen sie die gängigsten Methoden, die in Computerprogrammen für bahnmechanische Rechnungen implementiert sind.
13. Inhalt:	• Einleitung, Definitionen und Konstanten • Bewegungsgleichung (Zwei-Körper-Problem , Dreikörper- und n-Körper-Problem, Darstellung von Satellitenbahnen - Bahnelemente) • Grundlegende Anwendungen (Keplergleichungen für elliptische, parabolische und hyperbolische Bahnen, Positionsvektoren Sonne, Mond und Planeten, Sonnenaufgang und -untergang, Sicht- und Beleuchtungsverhältnisse von Satelliten • Lösungen der Keplergleichung (elliptische parabolische und hyperbolische Bahnen, Schattenphasen von Satelliten) • Bestimmung von Bahnelementen aus Beobachtungen (Beobachtungstransformationen, Datenaufnahme) • Störungen der Keplerbewegung (Lösungsansätze auf der Basis der Bewegungsgleichung, Variation der Bahnelemente, Störungen durch Gravitationspotential, Restatmosphäre, Drittkörper, solaren Strahlungsdruck, relativistische Störung) • Manöver zur Bahnänderung (planare und nicht-planare Manöver , Startfenster, kombinierte Manöver , Rendezvous- und

	Andockmanöver Bahnen mit endlichen Schubphasen, Gravity-Assist) • Bahnmechanik in der Missionsauslegung (Orbit Design Prozess, Erdabdeckung , Sonnensynchrone Bahnen, Bahnen mit sich wiederholender Bodenspur, etc.) • Interplanetare Bahnen (Mondbahnen, Marsbahnen, etc.)
14. Literatur:	• S. Fasoulas: Manuskript zur Vorlesung Bahnmechanik für Raumfahrzeuge, jährlich aktualisiert • ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441502 Praktikum zur Bahnmechanik • 441501 Vorlesung Bahnmechanik für Raumfahrzeuge
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Bahnmechanik für Raumfahrzeuge, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 42 h) Praktikum zur Bahnmechanik: 20 h (Präsenzzeit: 7 h, Selbststudium: 13 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 35 h, Selbststudium: 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44151 Bahnmechanik für Raumfahrzeuge (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44170 CFD-Programmierseminar

2. Modulkürzel:	060120112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Die vorherige oder parallele Teilnahme an der Vorlesung "Numerische Strömungsmechanik" ist sinnvoll, aber nicht notwendig.
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen einen Überblick über die praktische Implementierung numerischer Verfahren, die in aktuellen Strömungsmechanik- Rechenprogrammen benutzt werden. Die Studierenden sind in der Lage, einzelne Programmteile selbst zu modifizieren und das Rechenprogramm zu validieren. Sie können die Qualität und die Genauigkeit der erzielten numerischen Ergebnisse beurteilen.
13. Inhalt:	Diese Vorlesung behandelt die Umsetzung der numerischen Verfahren der Strömungsmechanik in Rechenprogramme. Zunächst wird mit einem vorgegebenen Rechenprogramm, einem Finite-Volumen-Verfahren für kompressible Strömungen auf einem unstrukturierten Gitter, eine Keilströmung simuliert. Danach kann man selbst Teile des Programms mit entwickeln und validieren. Dies geschieht im Rahmen von fünf Themenblöcken: 1.) Riemannlöser, 2.) Umsetzung eines Finite Volumen Verfahrens erster Ordnung, 3.) Erweiterung auf zweite Ordnung, 4.) Zeit-diskretisierung und 5.) Einfluss von Reibung. Eigene Programmierung, Validierung und Anwendung des modifizierten Programms unter Anleitung sind die wesentlichen Aktivitäten in dieser praktischen Lehrveranstaltung. In Rahmen von Kurzvorträgen wird über die Ergebnisse berichtet.
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441701 Seminar CFD-Programmierseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenszeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44171 CFD-Programmierseminar (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44180 Chemische Raumfahrtantriebe I

2. Modulkürzel:	060500102	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem
9. Dozenten:	Stefan Schlechtriem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben vertiefende Kenntnisse der chemischen Raumfahrtantriebe. Sie können die Betriebszyklen von Raketentriebwerken unterscheiden sowie interpretieren und kennen den Einfluss wesentlicher Geometrie-, Treibstoff- und Prozessparameter auf ihre Leistung. Sie wissen, wie sich durch Änderungen der Treibstoffkombination die Triebwerkseigenschaften beeinflussen lassen, z.B. im Hinblick auf die Treibstoffförderung und - aufbereitung, die Zündung oder die Verbrennung. Sie kennen die wesentlichen Komponenten und Leistungskennzahlen eines Triebwerks und können die Komponenten für vorgegebene Betriebszyklen und Triebwerksleistungen auslegen.
13. Inhalt:	Triebwerksprozesse und -komponenten von Flüssigkeitsantrieben Treibstoffarten und Treibstoffförderung Treibstoffeinspritzung und -aufbereitung, Zündung Treibstoffumsetzung und Verbrennungsinstabilitäten Wärmelasten und Kühlung, Wandmaterialien und Bauweisen Düsenströmung Betriebszyklen von Triebwerken
14. Literatur:	Skripte zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441801 Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe I • 441802 Übungen Chemische Raumfahrtantriebe I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Chemische Raumfahrtantriebe I, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h,Selbststudium: 32 h) Chemische Raumfahrtantriebe I, Übungen: 30 h (Präsenzzeit: 14 h,Selbststudium: 16 h)

	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 32 h, Selbststudium: 48 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44181 Chemische Raumfahrtantriebe I (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Chemische Raumfahrtantriebe

Modul: 44190 Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel

2. Modulkürzel:	060500103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem
9. Dozenten:	Stefan Schlechtriem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreicher Abschluss des Moduls Chemische Raumfahrtantriebe I (060500102) wünschenswert, jedoch nicht Voraussetzung
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen im Einsatz befindliche Triebwerke und deren Komponenten, ihre jeweiligen Leistungs- und Belastungsgrenzen sowie die Gründe für diese Grenzen. Sie wissen welche wesentlichen thermischen, fluiddynamischen, mechanischen und verfahrenstechnischen Grundlagen bzw. Randbedingungen bei der Auslegung und Herstellung der Komponenten von realen Triebwerken beachtet werden müssen. Sie kennen die Verbindung zwischen den Komponenten und wissen, wie sich Änderungen auf das Gesamtsystem eines Triebwerks auswirken. Sie kennen die wesentlichen Bauweisen / Werkstoffe zur Herstellung der Triebwerkskomponenten und können sie Triebwerken zuordnen.
13. Inhalt:	Überblick Raumtransportsysteme und Landetechnologien Überblick Feststoffantriebe und Flüssigtreibstofftriebwerke Europäische und russische Träger und Triebwerkssysteme Aspekte zur Auslegung von Turbomaschinen Schubkammeraufbau, Materialien und Produktion Strukturmechanische Aspekte im Triebwerksdesign
14. Literatur:	Skripte zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 441901 Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit: 28 h,Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44191 Chemische Raumfahrtantriebe: ausgewählte Kapitel (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	lecture notes, additional lecture slides
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Chemische Raumfahrtantriebe

Modul: 44200 Composites modelling

2. Modulkürzel:	060310105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr. Anthony Pickett
9. Dozenten:	Anthony Pickett
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• The student will gain an understanding of basic and advanced Finite Element methods, and be to apply these methods to Stiffness, failure, impact and crash applications for composite materials. • A theoretical and practical introduction to methods used for numerical modelling of composites infusion and draping processes will be given so that simple problems may be analysed. • The student will be able to predict mechanical properties from an understanding of micro-mechanics. • Laminate analysis theory will allow him/her to undertake structural analysis and predict effects such as distortions from cure shrinkage
13. Inhalt:	Basics of the finite element methods: Theory, linear, geometric and materials non-linearity for Implicit analysis Element formulations Advanced FE topics including explicit analysis, element integration Techniques applied to linear, failure, impact and crash analysis Composites laminate analysis: theory and practice. Micro-mechanics of composites Process simulation: Infusion, draping Optimisation methods applied to numerical simulation
14. Literatur:	Skript Process Modeling in Composites Manufacturing, Second Edition Suresh G. Advani, CRC Press.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442001 Vorlesung und Übung Composites modelling
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44201 Composites modelling (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44210 Deformationsanalyse

2. Modulkürzel:	062300083	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Volker Schwieger
9. Dozenten:	Li Zhang
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden können Verschiebungen und Deformationen nach statistischen Methoden bestimmen und analysieren. Dabei werden random-walk, kinematische, statische und dynamische Modelle beherrscht. Des Weiteren verstehen die Studierenden die Konzepte von Sensitivität und Trennbarkeit.
13. Inhalt:	• Deformationsanalyse im Kongruenzmodell: Zwei- und Mehr- Epochenvergleich, Globaltest, Hypothesentests zur Lokalisierung von Deformationen • Kinematische Deformationsanalyse • Kalman-Filter in der Deformationsanalyse • Statische und dynamische Analyse, Stress und Strain, Integration dynamischer Systeme in das Deformationsmodell • Sensitivität und Trennbarkeit von Überwachungsmessungen
14. Literatur:	Welsch, W., Heunecke, O., Kuhlmann, H.: Auswertung geodätischer Überwachungsmessungen. Grundlagen, Methoden, Modelle. In: Möser, Müller, Schlemmer, Werner (Hrsg.): Handbuch Ingenieurgeodäsie, H. Wichmann Verlag, Heidelberg, 2000.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442101 Vorlesung Deformationsanalyse • 442102 Übung Deformationsanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Deformationsanalyse, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Deformationsanalyse, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 44211 Deformationsanalyse (BSL), Mündlich, 15 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Ingenieurgeodäsie und Geodätische Messtechnik

Modul: 44220 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit

2. Modulkürzel:	060110122	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Finite-Differenzen-Verfahren zu verstehen, anzuwenden und zu entwerfen, besonders unter dem Aspekt hoher Lösungsgenauigkeit und Stabilität (Voraussetzung für Direkte Numerische Simulation).
13. Inhalt:	Gewöhnliche Differentialgleichungen (G-DGLs) Revisited • Optimierungsstrategien für hohe Genauigkeit: Low Dissipation/ Dispersion • Diagrammkatalog I: Stabilitätsbereiche und Lösungseigenschaften von G-DGL-Lösern (Zeitintegrationsverfahren für P-DGLs) • Gleichungssysteme: Steifigkeit, inhärente Instabilität, direkte Verfahren Partielle Differentialgleichungen (P-DGLs) • Integrationsgebiete / Randbedingungen: sponge zones, lokale Hyper-/Parabolisierungsstrategie • Differenzieren: kompakte Finite Differenzen, Fourier-Spektralmethode; Parallelisierungsmöglichkeiten • Parabolische DGL: Viskoses Zeitschritt-Limit, Genauigkeitsoptimierung, Instabilitätsursachen • Hyperbolische DGL: Konvektives Zeitschritt-Limit, Genauigkeitsoptimierung, Instabilitätsursachen • Philosophie der 4 Verfahrens-Grundtypen: Dämpfung, Upwind-Verfahren, McCormack-Typ-Verfahren, Filterung/De-Aliasing • Diagrammkatalog II: Eigenschaften ausgewählter FD-Zeitschrittverfahren hoher Genauigkeit für die Advektions-/ Diffusionsgleichung • Gittertransformation: grundlegende Vorgehensweisen, Genauigkeitsanalysen
14. Literatur:	Skript, weitere Lektüre: A robust high-resolution split-type compact FD-scheme for spatial direct numerical simulation of boundary-layer transition. M.J. Kloker, Applied Scientific Research 59 (4), 1998, pp. 353-377. Direct numerical simulation of noise-generation mechanisms in the mixing layer of a jet. A. Babucke, doctoral thesis, Dr. Hut, Munich, 2009.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442201 Vorlesung FD-Verfahren hoher Genauigkeit

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudiumszeit: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44221 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit (BSL), Mündlich, 25 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung 25 min. in deutsch oder englisch, Prüfungsdatum: nach Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in deutsch so weit
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 44230 Digitale Bildverarbeitung

2. Modulkürzel:	62200138	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Norbert Haala
9. Dozenten:	Norbert Haala Michael Cramer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verfügen über Kenntnisse für die digitale Erfassung und Prozessierung von Bilddaten. Sie kennen die mathematischen Grundlagen der grundlegenden Verfahren der Bildvorverarbeitung und -analyse und können diese algorithmisch umsetzen. Sie sind in der Lage grundlegende automatische Bildauswerteverfahren für die 3D Objekterfassung zu nutzen. Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der geometrischen Objektrekonstruktion aus Bilddaten und mathematisch geometrischen Grundlagen der Bildauswertung.
13. Inhalt:	Erfassung und Repräsentation digitaler Bilder optische Abbildung, geometrische Umbildung Bildvorverarbeitung, Bildverbesserung Faltung und Filterung im Orts- und Frequenzraum Bildzuordnung für die geometrische Bildauswertung
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung, MATLAB-Demos Gonzales,R. und Woods,R. (2002) Digital Image Processing, Prentice Hall Jähne, B. (2005) Digitale Bildverarbeitung, Springer, Hartley and Zisserman , Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442301 Vorlesung und Übung Bildverarbeitung • 442302 Vorlesung und Übung Einführung in die projektive Geometrie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Bildverarbeitung, Vorlesung und Übung: 126 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 84 h) Einführung in die projektive Geometrie, Vorlesung und Übung: 54 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 40 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 44231 Digitale Bildverarbeitung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformatik

Modul: 44240 Digitale Strömungsvisualisierung

2. Modulkürzel:	060110151	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist
9. Dozenten:	Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Die Studierenden kennen** • die Visualisierungspipeline und deren Umsetzung in Softwarepaketen • die physiologischen und psychologischen Aspekte der Datenvisualisierung • die mathematischen und computergrafischen Grundlagen der Visualisierung • grundlegende und spezielle Darstellungstechniken Techniken zur Daten- und zur Phänomenvisualisierung • Verfahren zur Visualisierung, Extraktion und Verfolgung von Strömungsfeldstrukturen • Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen ausgewählter Verfahren • den Stand der Forschung im Bereich Visualisierung **Die Studierenden sind in der Lage** • Visualisierungsartefakte von Messfehlern oder Fehlern der Modellierung bzw. Simulation unterscheiden zu können • Strömungsdaten in sinnvolle und verständliche Darstellungen umzusetzen und die dabei durchgeführten Schritte und möglichen Fehlerquellen zu verstehen
13. Inhalt:	Die Vorlesung soll eine Einführung in die Visualisierung numerischer Strömungsfelder geben. Grundlage ist die Darstellung dreidimensionaler instationärer Daten, die entweder als Ergebnis numerischer Berechnungen oder als Messwerte diskret im Raum und in der Zeit vorliegen.
14. Literatur:	• F.H. Post, Th. v. Walsum: Fluid Flow Visualization, in: H. Hagen, H. Müller, G.M. Nielson (Eds.): Focus on Scientific Visualization, Springer Verlag, 1993 • G.M. Nielson, H. Hagen, H. Müller: Scientific Visualization, Overviews, Methodologies, and Techniques, IEEE Computer Society, 1997 • J. Stary: Visualisieren, ein Studien- und Praxisbuch, Cornelsen Scriptor, Berlin, 1997

	• Kopien der Folien (auch elektronisch)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442401 Vorlesung Digitale Strömungsvisualisierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44241 Digitale Strömungsvisualisierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 44250 Digitaler Produktentwurf

2. Modulkürzel:	060600105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen digitale Abbilder des Produktlebenszyklus, d.h. digitale Modellierung aller Daten vom Ingenieurentwurf bis hinein in die Digitalen Fabrik, kennen und vergleichend zu bewerten. Zugehörige Paradigmen des Model-Driven Engineering und des Knowledge-based Engineering können unter dem Gesichtspunkt einer modernen Konstruktionsmethodik mit modernen Methoden des Digital Engineering diskutiert werden. Zudem ist ein Überblick auf Forschungsthemen im Digital Engineering vorhanden.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen, eine Fähigkeitsanalyse existierender wissensbasierter Lösungen, z.B. des • knowledge-based engineering in CAD-Systemen (z.B. CATIA Templates, Regeln) • model-based engineering in numerischen Tools (z.B. Matlab/ Simulink Modellierung) vergleichend zu analysieren und kritisch zu bewerten. Hierzu werden die notwendigen Grundlagen über Begriffssysteme (Ontologien) bereitgestellt: • Begriffshüllen in Entwurfssprachen • Formale Begriffsanalyse (Begriff: Inhalt, Umfang) • Vokabel- und Regelbegriff in Ontologien • Entwurfsformalisierung in Entwurfssprachen (Entwurfstransformationen, M2M, M2T) • Fertigungsformalisierung in Entwurfssprachen (Fertigungstransformationen, M2M, M2T) • Erstellung und Analyse eigener und fremder Entwurfssprachen (Satellit, Flugzeug) • Vergleich zur Informatik: (UML, SysML, Code-Generierung) und vermittelt.
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Russel, Norvik, Artificial Intelligence, Weilkins, T.: Systems Engineering with SysML/UML. Dpunkt Verlag, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442501 Vorlesung mit integrierten Übungen Digitaler Produktentwurf

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44251 Digitaler Produktentwurf (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 44260 Dimensionsanalyse

2. Modulkürzel:	060700302	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Gomaa, Hassan; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die verschiedenen Einheitensysteme. • Die Studierenden verstehen die Aussage des Pi-Theorems. • Die Studierenden können eine Dimensionsmatrix aufstellen und die dimensionslosen Gruppen bestimmen. • Die Studierenden wissen, wie man die Modelltheorie anwenden muss. • Die Studierenden wissen, was man unter einer Ähnlichkeitslösung versteht.
13. Inhalt:	• Einheitensysteme • Dimensionsformel und Bridgeman-Gleichung • Buckingham (Pi) Theorem • Wahl des Basisgrößenssystems • Modelltheorie • Ähnlichkeitslösungen
14. Literatur:	• V. Simon, B. Weigand, H. Gomaa: Dimensional Analysis for Engineers, Springer, 2017 • J.H. Spurk, Dimensionsanalyse in der Strömungslehre, Springer-Verlag • H. Görtler, Dimensionsanalyse, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442601 Vorlesung Dimensionsanalyse • 442602 Seminar Dimensionsanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dimensionsanalyse, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Dimensionsanalyse, Seminar (freiwillig): 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 84 h (28 h Präsenzzeit, 56 h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44261 Dimensionsanalyse (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel, Präsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44270 Discontinuous-Galerkin-Verfahren

2. Modulkürzel:	060120133	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:** Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über DG-Verfahren und verschiedene Implementierungsstrategien. Sie besitzen Kenntnis über die einzelnen nötigen Bausteine und können diese implementieren. Zudem haben sie eine Vorstellung über den allgemeinen Programmablauf. **Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:** Die Studierenden besitzen einen Überblick über die Discontinuous-Galerkin-Verfahren welche aktuell Thema der Forschung sind. Die Studierenden haben eine Vorstellung über die Eigenschaften, das Potential und die Anwendbarkeit dieser Verfahren. Sie sind zudem in der Lage je nach Anwendung die richtige Variante des DG Verfahrens zu wählen.
13. Inhalt:	**Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:** Es werden die wichtigsten Bausteine und Operatoren des DG-Verfahrens hergeleitet, implementiert und zur Verfügung gestellt. Besonderer Fokus liegt auf der Beurteilung der Effizienz verschiedener Varianten. Jeder Studierende erhält eine Programmieraufgabe im Kontext von DG-Verfahren welche mit einer beliebigen Programmiersprache umgesetzt werden soll. **Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:** Nötige mathematische Grundlagen wie etwa Interpolation und Projektion bilden die Grundlage der Vorlesung. Anhand eines 1D Problems wird das DG-Vefahren hergeleitet und die nötigen Bausteine erläutert. Ausgehend davon, wird das DGVerfahren für mehrere Dimensionen hergeleitet und verschiedene Varianten konstruiert und diskutiert. Fokus liegt dabei auf Diskretisierungen mit Dreiecksgittern und Viereckgittern, wobei auch die Approximation mit gekrümmten Elementen diskutiert wird. Die Umsetzung des Verfahrens in einem Rechenprogramm wird erläutert und den Studierenden zur Verfügung gestellt.
14. Literatur:	Ein Skript wird zur Verfügung gestellt. "Nodal Discontinuous Galerkin Methods von Jan Hesthaven und Tim Warburton "Implementing Spectral Methods for Partial Differential Equations von David Kopriva

	Weitere Lehrbücher werden in der Vorlesung angegeben.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442701 Vorlesung Konstruktion von Discontinuous Galerkin Verfahren • 442702 Vorlesung Programmierung von Discontinuous Galerkin Verfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Konstruktion von Discontinuous Galerkin Verfahren: 90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Programmierung von Discontinuous Galerkin Verfahren: 90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44271 Discontinuous-Galerkin-Verfahren (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44280 Effizient programmieren

2. Modulkürzel:	060110114	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Manuel Keßler
9. Dozenten:	Manuel Keßler
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Programmiererfahrung mit größeren Codes, vorzugsweise in C/C++ und/oder Fortran
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage, große Programmsysteme strukturiert und systematisch weiter zu entwickeln, wie es beispielsweise für eine Masterarbeit oder Promotion erforderlich sein könnte. Insbesondere steht dabei die effiziente Ausführung auf HPC-Systemen mit im Vordergrund.
13. Inhalt:	Arbeitsumgebung, nützliche Tools in der automatischen Entwicklung Fehlersuche und Dokumentation Codemanagement Hardwarebesonderheiten Parallelisierung Wiederverwendung Objektorientierung und UML Python und C++ GPU-Programmierung
14. Literatur:	Vortragsfolien "Effizient programmieren
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442801 Vorlesung Effizient programmieren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 45 h, Selbststudium 45 h, Projekt und Präsentationsvorbereitung 90 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44281 Effizient programmieren (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1 Benotetes Programmierprojekt mit Bericht (10-20 S.) und Vortrag (20 min.) mit Diskussion
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik

Modul: 44300 Einführung in die Hubschraubertechnik

2. Modulkürzel:	060311107	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour
9. Dozenten:	Maged Sorour
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen die wesentlichen Grundlagen des Hubschraubersystems, seine Bauweisen, flugmechanisches Verhalten, Anwendungsgrenzen Die Studierenden sind vertraut mit dem Entwicklungsprozess eines Hubschraubers vom Vorentwurf, Lastannahmen, Anforderungen, Zulassungsvorschriften, Strukturauslegung, Festigkeitsnachweis, Materialien, Fertigung bis zum Versuch und Erprobung.
13. Inhalt:	Hubschrauberflugmechanik -Konzepte, Rotor- und Antriebssysteme. Hubschrauberlastannahmen und Zulassungsvorschriften. Hubschraubervorentwurf, Strukturauslegung und Festigkeitsnachweis. Werkstoffe, Fertigung und Flugerprobung.
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung, Ergänzende Vortragsfolien Just, W.: Einführung in die Hubschraubertechnik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443001 Vorlesung und begleitende Übungen Einführung in die Hubschraubertechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h(Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44301 Einführung in die Hubschraubertechnik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44310 Einführung in die Quantenmechanik und Spektroskopie

2. Modulkürzel:	060700304	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Dreizler, Andreas; Univ.-Prof. Dr.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die Unterschiede der Quantenmechanik zur klassischen Mechanik. • Die Studierenden kennen die Grundlagen der Spektroskopie. • Die Studierenden verstehen den mikroskopischen Aufbau der Materie. • Die Studierenden kennen spektroskopische Methoden.
13. Inhalt:	• Elektromagnetische Wellen - was ist Licht? • Grundlagen der Quantenmechanik - wo liegen die Unterschiede zur klassischen Mechanik? • Aufbau der Materie - Verstehen des mikroskopischen Aufbaus von Atomen und Molekülen • Wechselwirkung zwischen Licht und Materie - die Grundlage der Spektroskopie • Einige spektroskopische Methoden • Resonante Prozesse • Nicht-resonante Prozesse • Nicht-lineare Effekte
14. Literatur:	Gerd Wedler, Lehrbuch der Physikalischen ChemieVCH-Verlagsgesellschaft, J. Michael Hollas, Modern Spectroscopy, John Wiley und Sons
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443101 Vorlesung Einführung in die Quantenmechanik und Spektroskopie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44311 Einführung in die Quantenmechanik und Spektroskopie (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel, Präsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44320 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie

2. Modulkürzel:	060120303	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Uwe Iben
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden • wissen, was Mehrphasenströmungen sind, • wissen, was Kavitation ist, • wissen, was Luftausgasung ist, • wissen, wie man Modelle für Phasenübergang und Luftausgasung erstellt und anwendet, • verstehen, warum Strömungsmechanik und Thermodynamik so eng miteinander verbunden sind, • wissen, was Zustandsgleichungen für Flüssigkeiten sind, • wissen, wie man für technische Fragestellungen, bei denen Mehrphasenströmungen zugrunde liegen, Lösungsansätze findet. Hierzu gibt es verschiedene Beispiele unterschiedlicher Komplexität.
13. Inhalt:	Grundlagen der Strömungsmechanik Hydrostatik Zugspannungen in Flüssigkeiten Kräfte auf Wände Fliessverhalten Strömungsformen Kompressibilität, Schallgeschwindigkeit Kompression und Expansion von kompressiblen Flüssigkeiten Zustandsänderungen Grundgleichungen der Strömungsmechanik Navier-Stokes-Gleichungen Eindimensionale Erhaltungsgleichungen Das p-System Unstetige Querschnittsänderungen Numerische Berechnung des Verlustbeiwertes Anwendung der Grundgleichungen 6 Beispiele aus verschiedenen industriellen Anwendungen Zweiphasenströmungen Modellierung von kavitierenden Strömungen

	Barotrope Zweiphasenströmungen Homogene Gleichgewichtszweiphasenströmung Inhomogene Zweiphasenströmungen Stoffübergang an der Phasengrenze Verdampfen und Kondensieren von reinen Flüssigkeiten Numerische Auswertung Blasendynamik Luftgehalt in Flüssigkeiten Stossfronten im Zweiphasengebiet Koaliszenz von zwei Luftblasen in Flüssigkeit Fluid-Partikel-Strömungen Reibungsmodelle für 1D-Strömungsmodelle Eigenfrequenz hydraulischer Systeme
14. Literatur:	Powerpoint-Foliensatz der Vorlesung wird zur Verfügung gestellt, weiterhin wird ein Skript auf folgender Seite bereitgestellt: http://www.iag.unistuttgart.de/IAG/lehre/vorlesungen.html Bücher: Clift, Grace, Weber. Bubbles, Drops and Particles. Dover Frohn, Roth. Dynamics of Droplets. Springer.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443201 Vorlesung Ein-und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44321 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44330 Elastische/inelastische Lichtstreuung

2. Modulkürzel:	060700401	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Norbert Roth
9. Dozenten:	Roth, Norbert; Dr.-Ing. Zeh, Dietmar; Dr.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Prinzipien der geometrischen Optik. • Die Studierenden kennen die Grundlagen der elastischen Lichtstreuung. • Die Studierenden kennen die Grundlagen der inelastischen Lichtstreuung. • Die Studierenden verstehen und beherrschen die elastische Lichtstreuung an sphärischen Partikeln.
13. Inhalt:	• Partikel und Welleneigenschaften des Lichtes • Brechung, Reflexion, Beugung • Interferenzerscheinungen • Nichtlineare Streueffekte • Lichtstreuung an Tropfen, Mie-Theorie
14. Literatur:	Weiterführende und vertiefende Literatur: • E. Hecht: Optik, Addison and Wesley, 1989 • van der Hulst • Bohren and Huffman
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443301 Vorlesung Elastische/inelastische Lichtstreuung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44331 Elastische/inelastische Lichtstreuung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, Overhead-Projektor, Folienpräsentation, Labortermine
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44340 Elektrische Raumfahrtantriebe

2. Modulkürzel:	060500104	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Georg Heinrich Herdrich
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der elektrischen und unkonventionellen Raumfahrtantriebe. Sie kennen die physikalischen Grundlagen für ihren Betrieb und können die Betriebsparameter unterscheiden sowie interpretieren. Sie kennen den Einfluss wesentlicher Geometrie-, Treibstoff- und Prozessparameter auf ihre Leistung. Sie kennen die wesentlichen Komponenten und Leistungskennzahlen eines Triebwerks und können die Komponenten auslegen. Sie kennen im Einsatz befindliche Triebwerke und deren Komponenten, ihre jeweiligen Leistungs- und Belastungsgrenzen sowie die Gründe für diese Grenzen. Sie wissen, wie derartige Triebwerke für den realen Einsatz qualifiziert werden.
13. Inhalt:	• Geschichte elektrischer Antriebe, Überblick durchgeführte Missionen • Allgemeine Grundlagen von Raketen mit einer vom Treibstoff getrennten Energiequelle, widerstandsbeheizte Triebwerke • Grundlagen für Lichtbogen- und magnetoplasmadynamische Triebwerke • Grundlagen für elektrostatische Triebwerke • Vorstellung verschiedener realisierter Triebwerke • Qualifikation elektrischer Raumfahrtantriebe (Anforderungen, Bodentestanlagen, Vakuumsysteme, Schubbestimmung, etc.) • Überblick unkonventioneller Raumfahrtantriebe • Vorstellung verschiedener unkonventioneller Triebwerkskonzepte, deren physikalische Grundlagen sowie deren Entwicklungsstand

14. Literatur:	Skript zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443401 Vorlesung Elektrische und unkonventionelle Raumfahrtantriebe
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h(Präsenzzeit: 35 h, Selbststudium: 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44341 Elektrische Raumfahrtantriebe (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44350 Energiesysteme für die Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060500107	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Stefan Belz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Grundlagen der in der Raumfahrt eingesetzten bzw. für einen Einsatz diskutierten Energiesysteme zu verstehen, zu unterscheiden und zu bewerten. Sie besitzen Grundkenntnisse über die vorherrschenden Energiesysteme sowie über die wichtigsten Randbedingungen zu ihrer Auslegung, insbesondere auch im Vergleich zu terrestrischen Anwendungen.
13. Inhalt:	In diesem Modul werden mögliche Energiesysteme für die Raumfahrt vorgestellt, mit einem Schwerpunkt in der Energiewandlung und -speicherung. Einzelthemen behandeln die Konfiguration eines Energiesystems, Grundlagen der Kernspaltung und -fusion, Radioisotopengeneratoren, Kernreaktoren, thermoelektrische / thermoionische / thermo-photovoltaische Wandler, photovoltaische und solardynamische Wandler, chemische Batterien und Akkumulatoren, Brennstoff- und Elektrolysezellen, Gesamtsystembetrachtungen. Ergänzt wird die Vorlesung durch zugehörige Übungen.
14. Literatur:	S. Fasoulas, Manuskript zur Vorlesung Energiesysteme, jährlich aktualisiert ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443501 Vorlesung Energiesysteme für die Raumfahrt • 443502 Übung Energiesysteme für die Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 42 h, Selbststudium: 48 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	44351	Energiesysteme für die Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme	

Modul: 44360 Spezielle Methoden der Systemtechnik

2. Modulkürzel:	060900123	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Björn Annighöfer
9. Dozenten:	Björn Annighöfer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Kenntnisse in C-Programmierung
12. Lernziele:	METHODEN DER SICHERHEITSANALYSE Der Teilnehmer kann formale Sicherheitsnachweise einfacher Systeme durchführen. METHODEN DER SYSTEMMODELLIERUNG UND SYSTEMANALYSE Der Teilnehmer kann Systementwürfe mittels formaler Methoden verbessern
13. Inhalt:	METHODEN DER SICHERHEITSANALYSE (Deutsch) Methoden und Werkzeuge des formalen Sicherheitsnachweises. - Einführung - Wahrscheinlichkeitsrechnung - Ausfallmodellierung -- Komponentenausfall ohne Reparatur -- Komponentenausfall mit Reparatur -- Doppelfehler - Methoden der Sicherheitsanalyse -- Dependency Diagramme -- Markov-Analyse -- Fehlerbaum-Analyse -- Fehler-Mode und Effektanalyse - Angewandte Sicherheitsanalyse METHODEN DER SYSTEMMODELLIERUNG UND SYSTEMANALYSE (Englisch) 1. Object-orientierung 2. Unified Modelling Language (UML) 3. Design Patterns 4. SYSML 5. Zustandsautomaten 6. Metamodellierung 7. Metamodellierung in der Praxis 8. Aussagenlogik und diskrete Mathematik 9. Graphentheorie 10. Modelltransformationen 11. Kombinatorische Optimierung 12. Systemarchitekturoptimierung 13. Avionikarchitekturoptimierung

14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443601 Seminar Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse • 443602 Vorlesung Methoden der Sicherheitsanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44361 Spezielle Methoden der Systemtechnik (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung (Bei hoher Teilnehmeranzahl abweichend schriftlich)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Anschriebe und Demonstrationen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44370 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik

2. Modulkürzel:	060513103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden - kennen die Bedeutung von Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - kennen die wichtigsten Aktoren für Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - kennen die wichtigsten Sensoren und Prinzipien der Signalverarbeitung für Strukturtests in der Luft- und Raumfahrt, - können Messkörper auf der Basis von Dehnungsmessstreifen auslegen, - können den für Strukturtests maßgeblichen Teil der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik anwenden, - können den für Strukturtests maßgeblichen Teil der Ausgleichsrechnung anwenden, - kennen die experimentellen Modalanalyse auf einfache Strukturen anwenden, - kennen die Grundlagen von Betriebslastprüfungen
13. Inhalt:	Vorlesung: - Aktoren zur Erzeugung von Prüfbelastungen, - Sensoren und ihre Messprinzipien, - Grundbegriffe des Messens - Digitalisierung von Messsignalen, - Messfehler - Dehnungsmessstreifentechnik, - Schwingungsanalyse, Schwingungsprüfung.

	Exkursion: Eintägiger Besuch eines einschlägigen Unternehmens für Strukturtests in der Luft und Raumfahrt. Laborversuch: Durchführung und Auswertung eines Versuchs zur Experimentellen Modalanlyse.
14. Literatur:	• Buxbaum, O.: Betriebsfestigkeit. 2. Aufl. Düsseldorf : Verlag Stahleisen, 1992 • Ewins, D.J.: Modal testing : theory, practice and application. 2. Aufl. Baldock Hertfordshire : Research Studies Press, 2000 • Fisz, M.: Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik. 11. Aufl. Berlin : Dt. Verl. d. Wiss., 1989 • Keil, S.: Beanspruchungsermittlung mit Dehnungsmessstreifen. Zwingenberga.d. Bergstr. : Cuneus, 1995 • Laible, M. Müller, R.K. et al.: Mechanische Größen elektrisch gemessen - Grundlagen und Beispiele zur technischen Ausführung. 5. Aufl. Renningen-Malmsheim : expert-Verlag, 2002 • Lawrence, A.: Modern inertial technology : navigation, guidance, and control. New York [u.a.] : Springer, 1993 • Matthies, H.J.: Einführung in die Ölhydraulik. 3. Aufl. Stuttgart : Teubner, 1995 • Natke, H.G.: Einführung in Theorie und Praxis der Zeitreihen- und Modalanalyse. 3. Aufl. Braunschweig Wiesbaden : Vieweg, 1992 • Tietze, U. Schenk C.: Halbleiter-Schaltungstechnik. 12. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2002 • Skript • Zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443701 Vorlesung Experimentelle Methoden der Strukturmechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit31 h, Selbststudium59 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 44371 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • 44372 Experimentelle Methoden in der Strukturmechanik (USL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, zahlreiche Exponate
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 44380 Experimentelle Simulation des Wiedereintritts

2. Modulkürzel:	060500114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Stefan Löhle
9. Dozenten:	Stefan Löhle Stefanos Fasoulas
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende des Moduls haben die Studierenden einen vertieften Überblick über die typischen Messverfahren für hochenergetische Strömungen, wie sie insbesondere für die Charakterisierung von Wiedereintrittsströmungen oder auch für elektrische Raumfahrtantriebe eingesetzt werden. Sie kennen das Einsatzpotenzial und die -grenzen, können die eintretenden Messfehler beurteilen und geeignete Verfahren für einen spezifischen Fall bewerten sowie auswählen. Anhand von Laborveranstaltungen und Praktikas besitzen die Studierenden auch grundlegende praktische Erfahrungen einzelner Messverfahren.
13. Inhalt:	• Einleitung, Grundlagen der Messtechnik (Druck, Temperatur, Massenflüsse, Strahlung, etc. • Mechanische Sonden für hochenergetische Strömungen (Totaldruck-, Wärmestromdichte-, Enthalpiesonden) • Massenspektrometrie • Langmuirsonden • Aktive und passive spektroskopische Verfahren (Pyrometrie, Radiometrie, Emissionsspektroskopie, Laserdiagnostik, etc.)
14. Literatur:	S. Löhle et al.: Manuskript zur Vorlesung Messverfahren für hochenthalpe Strömungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443801 Vorlesung Messverfahren für hochenthalpe Strömungen • 443802 Praktikum Messverfahren für hochenthalpe Strömungen • 443803 Praktikum Labor Mini-PWK • 443804 Praktikum Vakuumpraktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Messverfahren für hochenthalpe Strömungen, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 32 h), Messverfahren für hochenthalpe Strömungen, Praktikum: 30 h (Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium: 16 h), Labor Mini-PWK, Praktikum: 30 h (Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium: 16 h), Vakuumpraktikum: 30 h (Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium: 16 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44381 Experimentelle Simulation des Wiedereintritts (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44390 Faserverbundseminar

2. Modulkürzel:	060310110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Ruben Czichos
9. Dozenten:	Dennis Zink
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	44730 Leichtbau I
12. Lernziele:	Nach erfolgreichem Beenden des Moduls sind die Studierenden in der Lage, einfache Strukturen aus faserverstärkten Kunststoffen realitätsnah auszulegen. Dazu zählen die analytische Vordimensionierung hinsichtlich vorgegebener Lastfälle, die Konzepterstellung und Fertigung mithilfe eines geeigneten Herstellungsverfahrens sowie die Durchführung von Bauteilprüfungen zum Nachweis der geforderten Bauteilfunktion.
13. Inhalt:	Auslegung von Faserverbundstrukturen Fertigungsverfahren (theoretisch und praktisch) Prüftechnik
14. Literatur:	Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden - Helmut Schürmann
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443901 Seminar Faserverbundseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44391 Faserverbundseminar (BSL) (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1 - 44391 Faserverbundseminar, benotete Studienleistung (BSL)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44400 Fernerkundung

2. Modulkürzel:	062000301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nicolaas Sneeuw
9. Dozenten:	Nicolaas Sneeuw Uwe Sörgel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen durch das Teilmodul "Erderkundung die fundamentale Rolle von Geoid und Schwerefeld in erdwissenschaftlichen Disziplinen. Sie können einschätzen, wann, wie und wo die Methodik der raumgestützte Geodäsie in aktuellen praktischen Fragestellungen eingesetzt wird. Sie verstehen die Messprinzipien und Datenprozessierung hinter aktuellen geodätischen Satellitenmissionen. Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Teilmoduls "Optische Fernerkundung den Einsatz von optischen Fernerkundungssystemen (Digitale Kameras auf Flugzeugen, Satelliten und UAVs) sowie flugkörpergetragenes Laser Scanning planen, die erfassten Daten prozessieren und Genauigkeitsabschätzungen durchführen.
13. Inhalt:	Geschichte der Geodäsie Modelle der Erde (Kugel, Ellipsoid, Geoid) Gravitation und Schwere Messmethoden der Geodäsie sowie geodätische Raumverfahren Satellitenaltimetrie und -gravimetrie Anwendungen der Geodäsie in den Erdwissenschaften Einführung in die optische Datenerfassung (Photogrammetrie) mathematische Modelle zwischen Bild- und Objektraum Bildflugplanung am Flugsimulator, Bündelblockausgleichung Kalibration von photographischen Sensoren, Landnutzungsklassifikation Einführung in Laser Scanning Integration von DGPS/INS-Beobachtungen Auswertung/Georeferenzierung von Punktwolken Kalibration von Laser Scannern Ausblick auf Veredelung von Punktwolken (Stadmodelle, Vegetationsmodelle, Digitales Oberflächenmodell, Digitales Geländemodell)
14. Literatur:	Skripten, Matlab Torge, W. (2003) Geodäsie. De Gruyter, Berlin (2. Aufl.) Seeber, G (1999) Satellitengeodäsie, De Gruyter, Berlin Albertz J (2001), Einführung in die Fernerkundung. Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern, Wissenschaftliche Karl Kraus (2004) Photogrammetrie de Gruyter

	Thomas Luhmann (2003) Nahbereichsphotogrammetrie, Wichmann
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444001 Vorlesung Erderkundung • 444002 Vorlesung Optische Fernerkundung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Erderkundung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudiumszeit 62 h) Optische Fernerkundung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudiumszeit 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudiumszeit 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44401 Fernerkundung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Höhere Geodäsie

Modul: 44410 Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken

2. Modulkürzel:	060400117	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack
9. Dozenten:	Malte Krack
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden .... kennen die Hauptbelastungen von Turboflugtriebwerken. … verstehen die Versagensmechanismen. … können die strukturmechanische Integrität der Bauteile mit Handrechenmethoden analysieren. … können die Lebensdauer der Bauteile mit einfachen Verfahren quantifizieren. … sind in der Lage, die Gültigkeit der Handrechenmethoden zu hinterfragen/beurteilen. … können wichtige numerische Verfahren zur Festigkeitsauslegung anwenden.
13. Inhalt:	**Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken I:** • Ansätze der Werkstoff- und Lebensdauermodellierung unter monotoner sowie zyklischer thermomachanischer Last • Scheiben: Fliehkraftauslastung, Temperatureinfluss • Scheiben: Lebensdauer • Scheiben: Risswachstum, probabilistische Auslegung • Schaufelbefestigung: statische Auslastung **Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken II:** • Schaufeln: statische Auslastung durch Flieh- und Gaskräfte • Schaufeln: thermische Auslastung, Sonderlasten • Schaufeln: Vibrationen, Ermüdung • Schaufeln: Verschleiß, Korrosion • Gehäuse und statische Strukturen: Containment, Beulen
14. Literatur:	Traupel: Thermische Turbomaschinen, Band II, Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444102 Übung Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken I • 444103 Vorlesung Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken II • 444101 Vorlesung Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken I • 444104 Übung Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken I, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	44411 Festigkeitsauslegung von Flugtriebwerken (PL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folien, Aufschriebe, Kurzvideos und Bilder, Matlab-Beispiele
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 44420 Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld

2. Modulkürzel:	060311103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Jan-Michael Pfaff
9. Dozenten:	Jan-Michael Pfaff
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Der Studierende erweitert die theoretisch erlernten Ansätze aus den Fächern Aerodynamik, Flugmechanik, Flugzeugentwurf und Luftfahrttechnik auf die praktische Durchführung im Bereich der Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld. Er erreicht so ein multidisziplinäres Verständnis des Gesamtsystems Flugzeug. Die Motivation dieser Veranstaltung liegt in der Problematik heutiger großer namhafter Flugzeughersteller, deren personengebundenes disziplinübergreifendes Wissen durch das Ausscheiden solcher Generalisten verloren geht und nicht zu ersetzen ist. • Die Veranstaltung wird in 8 Blockterminen abgehalten und in Zusammenarbeit mit dem DLR, Bereich Flugexperimente, Flugabteilung Oberpfaffenhofen durchgeführt. Im Rahmen des letzten Blocks wird das Erlernte in Form eines professionell durchgeführten Fluglabors praktisch erflogen, um den Studierenden mit der Nachweisführung theoretischer Anforderungen im praktischen Flugversuch vertraut zu machen. Für ein solches Labor hat das DLR eigens eine Cessna Caravan zum "Fliegenden Hörsaal umgerüstet und mit entsprechenden Überwachungsbildschirmen an jedem Sitz und Messinstrumentierungen versehen.
13. Inhalt:	Blockveranstaltung: • Einführungsblock: Einführung und Wiederholung der aerodynamischen und flugmechanischen Grundlagen • Vorlesungsblock I: Stabilitätsbetrachtungen • Vorlesungsblock II: Instrumentenkunde • Vorlesungsblock III: Grundlagen Flugleistungen • Vorlesungsblock IV: Missionsorientierte Flugzeugauslegung • Vorlesungsblock V: Umsetzung und Anwendung des Erlernten am Beispiel einer Fluglinie • Seminarblock: Vorbereitung der Versuchsdurchführungen und Auswertungen • Praktischer Laborblock: Durchführung der Messflüge
14. Literatur:	Flugleistungen (Hafer, Brüning, Sachs), Springer-Verlag

	Angewandte Flugleistung (Scheiderer), Springer-Verlag Skript zur Vorlesung in Form von ",Handouts' Weitere Unterlagen unter ILIAS
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444201 Vorlesung Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld • 444202 Seminar Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44421 Flugeigenschaften und Flugleistungen im operationellen Umfeld (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44430 Flugmechanik und Flugregelung von Hubschraubern

2. Modulkürzel:	060200114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Ulrich Butter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden verstehen die Wirkungsmechanismen des Rotors und kennen die Besonderheiten der Rotordynamik. • Die Studierenden sind in der Lage, nichtlineare und lineare dynamische Modelle der Hubschrauberbewegung zu erstellen. • Die Studierenden haben einen Überblick über die Ziele, die Besonderheiten, die Struktur und die gängigsten Elemente der Hubschrauber-Regelung.
13. Inhalt:	• Modellierung des Schubes mit Strahltheorie und Blattelemententheorie • Eigenschaften und physikalischer Hintergrund der Rotordynamik • Aufstellung der nichtlinearen Bewegungsgleichungen, Trimmzustand, Linearisierung und Charakterisierung typischer Eigenbewegungen • Flugeigenschaftskriterien für den Reglerentwurf • stabilitätserhöhende Rückführungen und Autopiloten
14. Literatur:	U. Butter, Hubschrauber-Flugmechanik und -Flugregelung, Skript W. Bittner, Flugmechanik der Hubschrauber, Springer R.W. Prouty, Helicopter Aerodynamics, PJS Publications
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444301 Vorlesung Flugmechanik und Flugregelung von Hubschraubern
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44431 Flugmechanik und Flugregelung von Hubschraubern (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44440 Flugmesstechnik

2. Modulkürzel:	060900116	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Marco Dupper
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage, einen Flugversuch für ein Flugzeug der Allgemeinen Luftfahrt (General Aviation) zu planen, durchzuführen und auszuwerten. • Die Studierende können ihre umfassenden Messergebnisse in einem schriftlichen Bericht und in einem Vortrag übersichtlich und aussagekräftig darstellen.
13. Inhalt:	• Grundlagen: Hintergründe zu den Messflügen, Erfassung von Messgrößen, Instrumentierung eines Flugzeuges, Flugleistungen. • Einführung in das Experimentalflugzeug: Systeme, Flugleistung, Instrumentierung mit zentraler Datenerfassungsplattform. • Vorbereiten und Durchführen eines Messfluges: Erstellen eines individuellen Messprogramms, Ausarbeitung der zugehörigen FlightCards, Durchführung der Flugmesskampagne mit Piloten, Messdatenauswertung und Erstellen eines Ergebnisberichtes.
14. Literatur:	• European Aviation Safety Agency: "Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes CS-23 • Edward A. Haering, Jr.: Airdata Measurement and Calibration
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444401 Seminar Flugmesstechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44441 Flugmesstechnik (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 (schriftliche Ausarbeitung (lehrveranstaltungsbegleitend), Präsentation und mündliche Prüfung, 20 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Skript zur Vorlesung, Testflugzeug
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44450 Flugregelungssysteme

2. Modulkürzel:	060900110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Walter Fichter Werner Grimm Florian Kraus
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	54180 Regelung und Systementwurf
12. Lernziele:	Flugregelung: • Die Studierenden kennen die geforderten Eigenschaften eines geregelten Flugzeugs. • Die Studierenden kennen die Regelziele und verschiedene Varianten stabilitätserhöhender Rückführungen. • Die Studierenden kennen die Regelziele und die Struktur der wichtigsten Autopiloten. Systementwurf II: • Vertiefung der Kenntnisse im Bereich Systementwurf durch den Entwurf und Aufbau eines Fly-by-Wire-Systems im Labor basierend auf der Vorlesung Systementwurf I.
13. Inhalt:	Flugregelungsentwurf: • Flugeigenschaftskriterien für die Längs- und Seitenbewegung • stabilitätserhöhende Rückführungen in der Längs- und Seitenbewegung • Autopiloten der Längs- und Seitenbewegung (Höhen- und Geschwindigkeitshaltung, Azimutregler, automatische Landung usw.) Systementwurf: Auslegung, Umsetzung und Verifikation eines redundanten Systems zur Steuerung von Flugzeugen: • Analyse anwendungsorientierter Systemvorgaben • Auslegung der Management-Funktionen zum Betrieb eines redundanten Avioniksystems/Rechnersystems • Auslegung der Management-Funktionen zum Betrieb redundanter Sensorik und Aktuatorik • Umsetzung zentraler Funktionen in Software • Integration der Software in einen Systemdemonstrator • Systemverifikation anhand spezifischer Testfälle Die Bearbeitung erfolgt selbständig und gruppenweise unter der Anleitung von Betreuern.

14. Literatur:	U. Butter, Flugregelung, Skript R. Brockhaus, Flugregelung, Springer B.L. Stevens und F.L. Lewis, Aircraft Control and Simulation, Wiley
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444501 Vorlesung Flugregelung • 444502 Praktikum Systementwurf II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugregelungsentwurf, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Systementwurf Praktikum: 90 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 48 h) Gesamt: 180h (70h Präsenzzeit, 110h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44451 Flugregelungssysteme (PL), Mündlich, Gewichtung: 1 Flugregelung: 20 min, 0.5 Gewichtung Systementwurf II: 20min, 0.5 Gewichtung
18. Grundlage für ... :	Komplexe Avioniksysteme I/II(Angewandte Luftfahrtsysteme I/II)
19. Medienform:	Flugregelung: Script, Folien Systementwurf II: Foliensatz, Unterlagen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44460 Flugzeugentwurf II

2. Modulkürzel:	060311108	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Strohmayer
9. Dozenten:	Andreas Strohmayer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Flugzeugentwurf I
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage, einen mit Vorentwurfsmitteln ausgelegten Basisentwurf iterativ zu verbessern und kennen tiefergehende Verfahren der Entwurfsbewertung. Dabei können sie neben konventionellen Entwürfen auch ausgewählte unkonventionelle Konfigurationen auslegen.
13. Inhalt:	Bewertung des Iterationsentwurfs: Hochauftrieb und Widerstand; Masse und Schwerpunkt, Flugeigenschaften und Flugleistungen, weitere Bewertungskriterien (DOC, Wartbarkeit, …) Optimierung und parametrische Analysen Unkonventionelle Konfigurationen
14. Literatur:	Foliensatz Übungsgblätter Raymer, D. P.: Aircraft design : a conceptual approach Nicolai, M.: Fundamentals of Aircraft Design Roskam, J.: Airplane Aerodynamics and Performance
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444601 Vorlesung Flugzeugentwurf II • 444602 Übung Flugzeugentwurf II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugzeugentwurf II, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Flugzeugentwurf II, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44461 Flugzeugentwurf II (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Entwurf von Luftfahrzeugen, unter besonderer Berücksichtigung der Drehflüglertechnik

Modul: 44470 Flugzeugentwurfsseminar

2. Modulkürzel:	060311104	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Ingmar Geiß
9. Dozenten:	Ingmar Geiß
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Flugzeugentwurf I
12. Lernziele:	• Studierende sind in der Lage die Grundlagen des Flugzeugentwurfes auf eine Aufgabenstellung anzuwenden. • Die Studierenden sind in der Lage einen elementaren und iterativen Flugzeugentwurfsprozess durchzuführen unter Berücksichtigung der Zusammenhänge aller in diesem Stadium relevanten Disziplinen (Aerodynamik, Struktur, Wirtschaftlichkeit). • Die Studierenden sind in der Lage sich im Team zu organisieren und die Ergebnisse zu präsentieren.
13. Inhalt:	Das Seminar weist die folgende Aufteilung auf: - Bewertung der möglichen Flugzeugkonfiguration und Auswahl der geeignetsten - Entwurfsdiagramm und Gewichtsabschätzung - Berechnung der Flugzeugaerodynamik und -Flugmechanik - Berechnung der Flugleistungen - Ermittlung der Lastannahmen und Flugzeugstruktur - Wirtschaftliche Bewertung des Flugzeugs In der Abschlussveranstaltung muss jedes Team seinen Flugzeugentwurf in einer Präsentation vorstellen. Nach der Präsentation werden die Entwürfe diskutiert. Nach der Auswertung aller Beiträge erfolgt die Auswahl des besten Entwurfs.
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444701 Flugzeugentwurfsseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 152 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44471 Flugzeugentwurfsseminar (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Die Prüfungsleistung besteht aus dem Bericht und dem Vortrag zum entworfenen Flugzeug. Dabei wird der Flugzeugentwurf in Teams durchgeführt, die aus 3 bis 4 Studierenden bestehen.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Entwurf von Luftfahrzeugen, unter besonderer Berücksichtigung der Drehflüglertechnik

Modul: 44480 Geometrische Überwachung: Messung und Analyse

2. Modulkürzel:	062300081	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Volker Schwieger
9. Dozenten:	Volker Schwieger Gabriel Kerekes Li Zhang
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden können verschiedenartige Sensorik für industrielle Anwendungen bewerten, einsetzen und kombinieren, sowie Datenerfassung mittels graphischer Entwicklungsumgebung entwickeln und programmieren. Außerdem können sie Verschiebungen und Deformationen nach statistischen Methoden bestimmen und analysieren. Dabei werden random-walk, kinematische, statische und dynamische Modelle beherrscht.
13. Inhalt:	• Aufgaben der industriellen Messtechnik • Punktdefinition und Messadapter • Mechanische Streckenmessung • Wegaufnehmer und Messuhren • Interferometrische Streckenmessung • Interferometrische Winkelmessung • Theodolitmesssysteme: Grundprinzip, Genauigkeit, Orientierung der Theodolite, Systemeigenschaften • Lasertracker: Grundprinzip, Genauigkeit, Systemeigenschaften • Koordinatenmessmaschinen und weitere mechanische Realisierungen (z. B. Messarme) • Optical Tooling • Weitere Spezialverfahren in der industriellen Messtechnik • Deformationsanalyse im Kongruenzmodell: Zwei- und Mehr-Epochenvergleich, Globaltest, Hypothesentests zur Lokalisierung von Deformationen • Kinematische Deformationsanalyse • Kalman-Filter in der Deformationsanalyse • Statische und dynamische Analyse, Stress und Strain, Integration dynamischer Systeme in das Deformationsmodell • Sensitivität und Trennbarkeit von Überwachungsmessungen
14. Literatur:	• Schlemmer, H.: Grundlagen der Sensorik. Wichmann Verlag, Heidelberg, 1996. • Schwarz, W. (Red.): Vermessungsverfahren im Maschinen- und Anlagenbau. Schriftenreihe des DVW, Heft 13/1995, Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart, 1995 • Welsch, W., Heunecke, O., Kuhlmann, H.: Auswertung geodätischer Überwachungsmessungen. Grundlagen, Methoden, Modelle. In: Möser, Müller, Schlemmer, Werner (Hrsg.): Handbuch Ingenieurgeodäsie, H. Wichmann Verlag,Heidelberg, 2000.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 444801 Vorlesung Industrielle Messtechnik • 444802 Übung Industrielle Messtechnik • 444803 Vorlesung Deformationsanalyse • 444804 Übung Deformationsanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Industrielle Messtechnik, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Industrielle Messtechnik, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Deformationsanalyse, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Deformationsanalyse, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 44481 Geometrische Überwachung: Messung und Analyse (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Ingenieurgeodäsie und Geodätische Messtechnik

Modul: 44510 Grundlagen der Turbulenzmodellierung

2. Modulkürzel:	060700192	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Grazia Lamanna
9. Dozenten:	Lamanna, Grazia; Dr. Spring, Sebastian; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre, Thermodynamik
12. Lernziele:	Die Studenten kennen: • die theoretischen Grundlagen zur Beschreibung turbulenter Strömungen. • Modellierungsansätze (Wirbelviskositätsmodelle, Reynolds-Spannungsmodelle). • die Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS. • Anwendungsbeispiele mit CFD.
13. Inhalt:	• Einführung in die Turbulenz • Statistische Beschreibung der Turbulenz • Schließungsproblem • Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS • Klassische Turbulenzmodelle: Überblick
14. Literatur:	Durbin, P. A.: Statistical Theory and Modeling for Turbulent Flows Ferziger, Peric: Computational fluid dynamics David C. Wilcox: Turbulence Modeling for CFD
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445101 Vorlesung Grundlagen der Turbulenzmodellierung • 445102 Tutorium Grundlagen der Turbulenzmodellierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Grundlagen der Turbulenzmodellierung, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbsstudium 56 h) Grundlagen der Turbulenzmodellierung, Seminar: 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Gesamt: 105 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 70 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44511 Grundlagen der Turbulenzmodellierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, Overhead-Projektor, PowerPoint, CIP-Pool
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44520 Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060700201	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Walther, Rainer; Hon.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die Funktionsweise der Flugtriebwerks-Brennkammer und -Nachverbrennung. • Die Studierenden verstehen die physikalisch-chemischen Ursachen der Schadstoffbildung. • Die Studierenden kennen Primär- und Sekundärmaßnahmen zur Schadstoffreduzierung.
13. Inhalt:	• Brennkammern in Flugtriebwerken und ihre Funktionsweise • Schadstoffbildung in Brennkammern • Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung • Atmosphärenwirkung luftfahrtbedingter Emissionen
14. Literatur:	A. H. Lefebvre: Gas Turbine Combustion D. L. Dagett et al.: Alternate Fuels for Use in Commercial Aircraft, ISABE-2007-1196
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445201 Vorlesung Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	112 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 84 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44521 Grundlagen der Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44530 Hubschrauber-Aeromechanik

2. Modulkürzel:	060110113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Manuel Keßler
9. Dozenten:	Manuel Keßler
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die wesentlichen aerodynamischen und dynamischen Effekte am Hubschrauberrotor im Schwebe- und Vorwärtsflug und haben einen Überblick gewonnen über simulative und experimentelle Möglichkeiten der Analyse und Bewertung.
13. Inhalt:	Einführung in die Hubschraubertechnik Aerodynamik des Rotors im Schwebe- und Senkrechtflug Aerodynamik des Hubschraubers im Vorwärtsflug Grundlagen der Rotordynamik Numerische Verfahren zur Berechnung der Aerodynamik Experimentelle Verfahren
14. Literatur:	Skript und Vortragsfolien "Hubschrauber-Aeromechanik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445301 Vorlesung und Übungen Hubschrauber-Aeromechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44531 Hubschrauber-Aeromechanik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik

Modul: 44540 Hubschraubertechnik

2. Modulkürzel:	060110112	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Manuel Keßler
9. Dozenten:	Manuel Keßler Maged Sorour
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen des Hubschraubersystems, seine Bauweisen, das flugmechanische Verhalten und Anwendungsgrenzen. Sie werden mit dem Entwicklungsprozess eines Hubschraubers vom Vorentwurf, Lastannahmen, Anforderungen, Zulassungsvorschriften, Strukturauslegung, Festigkeitsnachweis, Materialien, Fertigung bis zum Versuch und Erprobung vertraut gemacht. Dazu haben sie die wesentlichen aerodynamischen und dynamischen Effekte am Hubschrauberrotor im Schwebe- und Vorwärtsflug verstanden und einen Überblick gewonnen über simulative und experimentelle Möglichkeiten der Analyse und Bewertung.
13. Inhalt:	Hubschrauberflugmechanik -Konzepte, Rotor- und Antriebssysteme Lastannahmen und Zulassungsvorschriften Vorentwurf, Strukturauslegung und Festigkeitsnachweis Werkstoffe, Fertigung und Flugerprobung Aerodynamik des Rotors im Schwebe- und Senkrechtflug Aerodynamik des Hubschraubers im Vorwärtsflug Grundlagen der Rotordynamik Numerische Verfahren zur Berechnung der Aerodynamik Experimentelle Verfahren
14. Literatur:	Skripte und Vortragsfolien zu den Vorlesungen "Einführung in die Hubschraubertechnik und "Hubschrauber-Aeromechanik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445401 Vorlesung und Übungen Hubschraubertechnik • 445402 Vorlesung Hubschrauber-Aeromechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44541 Hubschraubertechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik

Modul: 44550 Hyperschallströmung und -flug

2. Modulkürzel:	060110124	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehregrundkurse mit Überschallströmungen erforderlich
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Phänomene und Probleme beim Reichweiten- und Kurzzeit-Hochgeschwindigkeitsflug zu verstehen und Auslegungen vornehmen zu können.
13. Inhalt:	Übersicht: Flugkörperformen, aerodynamische und thermische Belastung; Stoß-/Expansionsbeziehungen im Hyperschalllimit, Wellenreiterprinzip, Druckbeiwertbedeutung und-bestimmung (Newton-Theorie), Ähnlichkeit (Tsien-Parameter), konische axisymmetrische Strömung (Taylor-Maccoll-Gl.), elliptischer Kegel /Querströmungseffekte, Entropieschichten, Strömungsfeldberechnung: Prinzip Raum-/Zeitschrittverfahren, Hochtemperatureffekte; Grenzschichtgleichungen, 2. Viskosität, laminare Platten-, Kegel-, Staupunktgrenzschicht (Reibungsbeiwert, Stantonzahl, Reynoldsanalogie), turbulente Platten-, Kegelgrenzschicht, Referenztemperaturmethode, Laminar- turbulente Transition (Szenarien, Theorien, Vorhersage), Viskose Interaktion, Hochtemperatureffekte (Molekül-Vibration, Dissoziation, Nicht-/Gleichgewicht, Wärmestrom)
14. Literatur:	Skript, weitere Lektüre (Bücher): Anderson: Hypersonic and High-Temperature Gas Dynamics, AIAA Education; and Modern Compressible Flow, McGraw-Hill; Hirschel: Basics of Aerothermodynamics, Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445501 Vorlesung Hyperschallströmung und -flug 1 • 445502 Vorlesung Hyperschallströmung und -flug 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Reibungsfreie Hyperschallströmung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium: 62 h) im Block, erste Hälfte des WS; Reibungsbehaftete Hyperschallströmung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium: 62 h) im Block, zweite Hälfte des WS Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44551 Hyperschallströmung und -flug (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1

	Mündliche Prüfung 30 min. in deutsch oder englisch, Prüfungsdatum: nach Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in deutsch, beides in englisch in Vorbereitung, spätestens WS18 in englisch, Kurssprache deutsch, englisch
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 44570 Industrielle Messtechnik

2. Modulkürzel:	062300082	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Volker Schwieger
9. Dozenten:	Volker Schwieger Gabriel Kerekes
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden können verschiedenartige Sensorik für industrielle Anwendungen bewerten, einsetzen und kombinieren, sowie Datenerfassung mittels graphischer Entwicklungsumgebung entwickeln und programmieren.
13. Inhalt:	• Aufgaben der industriellen Messtechnik • Punktdefinition und Messadapter • Mechanische Streckenmessung • Wegaufnehmer und Messuhren • Interferometrische Streckenmessung • Interferometrische Winkelmessung • Theodolitmesssysteme: Grundprinzip, Genauigkeit, Orientierung der Theodolite, Systemeigenschaften • Lasertracker: Grundprinzip, Genauigkeit, Systemeigenschaften • Koordinatenmessmaschinen und weitere mechanische Realisierungen (z. B. Messarme) • Optical Tooling • Weitere Spezialverfahren in der industriellen Messtechnik
14. Literatur:	• Schlemmer, H.: Grundlagen der Sensorik. Wichmann Verlag, Heidelberg, 1996. • Schwarz, W. (Red.): Vermessungsverfahren im Maschinen- und Anlagenbau. Schriftenreihe des DVW, Heft 13/1995, Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart, 1995
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445701 Vorlesung Industrielle Messtechnik • 445702 Übung Industrielle Messtechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Industrielle Messtechnik, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Industrielle Messtechnik, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 44571 Industrielle Messtechnik (BSL), Mündlich, 15 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V),
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Ingenieurgeodäsie und Geodätische Messtechnik

Modul: 44580 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme

2. Modulkürzel:	060700253	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Grazia Lamanna
9. Dozenten:	Gaisbauer, Uwe; Dr.-Ing. Lamanna, Grazia; Dr.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre, Thermodynamik
12. Lernziele:	• Die Studierenden lernen, wie sich Dichtestörungen in kompressiblen Medien ausbreiten • Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen akustischen, charakteristischen und Stoß-Wellen • Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen stationärer und instationärer Wellenausbreitung • Die Studierenden sind in der Lage Zustandsänderungen infolge instationärer Wellen zu berechnen • Die Studierenden erhalten Einblick in die Gasdynamik instationär bewegter Wellen • Die Studierenden lernen, wie ein Stoßrohr funktioniert und betrieben wird • Die Studierenden können das "Stoßrohr-Problem lösen
13. Inhalt:	• Entstehung instationärer Wellen • Bestimmung der Zustandsgrößen • Instationäre Wellenausbreitung • Phänomene am Stoßrohr
14. Literatur:	• Oertel, H.: Stoßrohre, Springer-Verlag, 1966. • Wright, J.K.: Shock Tubes, Methuen's Physical Monographs, 1961 • Sauer, R.: Nichtstationäre Probleme der Gasdynamik, Springer-Verlag, 1966. • AHerooldnearu,t iDca.Wl ., Schultz, D.L.: On the flow in a reflected-shock tunnel, Research Council (ARC) Reports and Memoranda, No. 3265, 1960. • Oswatitsch, K.: Gasdynamik, Springer-Verlag, 1952. • Zierep, J.: Vorlesung über theoretische Gasdynamik, Verlag G. Braun, Karlsruhe,1962 • Liepmann, H.W., Roshko, A.: Elements of Gasdynamics, John Wiley und Sons, Inc., New York, 1957.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445801 Vorlesung Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44581 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Tafelanschrieb, Overhead-Projektor, PowerPoint Die Inhalte der Vorlesung werden zum Teil auf Deutsch und zum Teil auf Englisch vermittelt.
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44590 Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse

2. Modulkürzel:	060900114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Björn Annighöfer
9. Dozenten:	Björn Annighöfer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Kenntnisse in C-Programmierung
12. Lernziele:	Der Teilnehmer kann Systementwürfe mittels formaler Methoden verbessern
13. Inhalt:	1. Object-orientierung 2. Unified Modelling Language (UML) 3. Design Patterns 4. SYSML 5. Zustandsautomaten 6. Metamodellierung 7. Metamodellierung in der Praxis 8. Aussagenlogik und diskrete Mathematik 9. Graphentheorie 10. Modelltransformationen 11. Kombinatorische Optimierung 12. Systemarchitekturoptimierung 13. Avionikarchitekturoptimierung
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445901 Seminar Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44591 Methoden der Systemmodellierung und Systemanalyse (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung (Bei hoher Teilnehmeranzahl abweichend schriftlich)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Anschriebe und Demonstrationen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44600 Kinetische Gastheorie

2. Modulkürzel:	060700163	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Wolfersdorf, Jens von; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Fasoulas, Stefanos; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die gaskinetischen Gebiete und können diese anhand thermodynamischer Parameter unterscheiden. • Die Studierenden kennen die mikroskopischen Definitionen von Zustandsgrößen und deren mathematische Darstellung. • Die Studierenden verstehen das unterschiedliche Stoffverhalten von idealen Gasen in den gaskinetischen Gebieten. • Die Studierenden können gaskinetische Effekte bei Anwendungen der Luft- und Raumfahrttechnik bewerten und den Gültigkeitsbereich von Kontinuumsverfahren einschätzen.
13. Inhalt:	• Aufgaben und Methoden der Kinetischen Gastheorie, Verteilungsfunktion und makroskopische Zustandsgrößen, Beschreibung von Gasgemischen • Molekulare Geschwindigkeitsverteilung, Stoßfrequenz, Transporteigenschaften in mäßig verdünnten Gasen und in stark verdünnten Gasen • Die Maxwellverteilung und ihre Eigenschaften, Darstellung der Maxwellverteilung und Mittelwerte der molekularen Geschwindigkeiten, Effusion, Mittelwert der Relativgeschwindigkeit, Berechnung der Stoßfrequenz, Anregung innerer Freiheitsgrade • Randbedingungen in verdünnten Gasen, Sprünge der Zustandsgrößen an Wänden, Wärmeleitung im stationären Fall, Hagen-Poiseuille-Strömung

	• Boltzmanngleichung, Ansätze zur Lösung insb. Chapman-Enskog, Ableitung Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen, numerische Lösungsansätze insb. Direct Simulation Monte Carlo
14. Literatur:	Umdrucke, Vorlesungsaufschrieb, Folien Arnold Frohn: Einführung in die Kinetische Gastheorie, 2. Aufl. Wittwer, 2006 Dieter Hänel: Molekulare Gasdynamik, Springer, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446002 Übung Kinetische Gastheorie • 446003 Tutorium Kinetische Gastheorie • 446001 Vorlesung Kinetische Gastheorie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kinetische Gastheorie, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Kinetische Gastheorie, Übungen: 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Kinetische Gastheorie, Seminar (freiwillig): 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Gesamt: 105h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 70 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44601 Kinetische Gastheorie (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Messmethoden der Thermodynamik in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 44610 Kleinsatellitenentwurf

2. Modulkürzel:	060500105	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Prof. Sabine Klinkner Michael Lengowski diverse
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Studierende verfügen über das grundlegende Wissen für die Entwicklung, den Bau und die Verifikation eines Kleinsatelliten. Sie kennen die Potentiale und Grenzen kleiner Satelliten. Weiterhin verfügen die Studenten über die Fähigkeit zur Auslegung der Nutzlast und des Satellitenbusses. Dies umfasst detaillierte Kenntnisse über die Satellitenstruktur, das Thermalsystem, das Lageregelungssystem sowie die Satellitenelektronik. Die Studenten besitzen die Fähigkeit, Basissimulationen der Kleinsatellitenentwicklung eigenständig durchzuführen
13. Inhalt:	Vorlesung Kleinsatellitenentwurf: - Grundlagen der Kleinsatellitenentwicklung - Kleinsatellitenstrukturen - Entwicklung des Thermalkontrollsystems - Entwicklung des Lageregelungssystem - Elektrisches System - Kleinsatellitensysteme anhand von Satellitenbeispiele Praktikum Kleinsatellitenentwurf: - Durchführung von Machbarkeitsuntersuchen an einer gegebenen Satellitenmission - Ermittlung der Systembudgets - Grundlegende Auslegung der Nutzlast und des Satellitenbusses - Präsentation der Ergebnisse Seminar Kleinsatellitenentwurf: - Orbitanalysen von Kleinsatelliten - Thermische Analyse von Kleinsatelliten - Mechanischen Analyse von Kleinsatelliten
14. Literatur:	Skripte zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446101 Vorlesung Kleinsatellitenentwurf • 446102 Seminar Kleinsatellitenentwurf

	• 446103 Praktikum Kleinsatellitenentwurf
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kleinsatellitenentwurf, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 32 h) Kleinsatellitenentwurf, Seminar: 30 h (Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium: 16 h) Kleinsatellitenentwurf, Praktikum: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 110 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44611 Kleinsatellitenentwurf (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 Vorlesung Kleinsatellitenentwurf: schriftlich (60min) , Wichtung: 34% Seminar und Praktikum Kleinsatellitenentwurf: Projektarbeit, Wichtung 66%
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 44620 Komplexe Avioniksysteme I

2. Modulkürzel:	060900119	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Systementwurf I/II
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die Grundlagen verteilter, integrierter fehlertoleranter Avioniksysteme kennen und können derartige Systeme entwerfen.
13. Inhalt:	• Grundlagen multifunktionaler (integrierter), fehlertoleranter, verteilter Avioniksysteme: • Herleitung verteilter Systemarchitekturen. • Herleitung einer Software-Architektur. • Exemplarische Systemauslegung für ein Fly-by-Wire System für das Institutsflugzeug Diamond DA40.
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung angegeben.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446201 Vorlesung Komplexe Avioniksysteme I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44621 Komplexe Avioniksysteme I (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündlich, 20 Minuten.
18. Grundlage für ... :	Komplexe Avioniksysteme II (Praktikum)
19. Medienform:	Folien
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44630 Komplexe Avioniksysteme II

2. Modulkürzel:	060900120	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Matthias Lehmann
9. Dozenten:	Matthias Lehmann Mohamed Elmahdi
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060900119 Komplexe Avioniksysteme I
12. Lernziele:	Die Studierenden vertiefen die Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung "Komplexe Avioniksysteme I" in Form eines Praktikums.
13. Inhalt:	Zur Vertiefung der Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung "Komplexe Avioniksysteme I" bauen die Studierenden im Labor einen Labordemonstrator auf. • Auslegung eines vereinfachten Fly-by-Wire Systems auf Basis einer verteilten Avionikstruktur. • Einarbeitung in ein teilautomatisiertes System-/Software-Entwicklungsverfahren. • Systemrealisierung mittels des o.a. System-/Software-Entwicklungsverfahrens. • System-Verifizierung/Validierung.
14. Literatur:	• Reichel, R.: Komplexe Avioniksysteme I, Skript, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013. • Praktikumsunterlagen zu Komplexe Avioniksysteme II, Institut für Luftfahrtsysteme, Universität Stuttgart, 2013.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446301 Praktikum Komplexe Avioniksysteme II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44631 Komplexe Avioniksysteme II (BSL), Sonstige, 20 Min., Gewichtung: 1 (Präsentation)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 44640 Kompressible Strömungen I + II

2. Modulkürzel:	060110101	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Uwe Gaisbauer
9. Dozenten:	Dr. Uwe Gaisbauer Dr. Grazia Lamanna
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Thermodynamik, Strömungsmechanik
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Grundlagen der kompressiblen Strömungen. Sie können eigenständig gasdynamische Grundlagenprobleme lösen und kennen Ansätze zur analytischen und numerischen Modellierung. Sie lernen die abstrakten theoretischen Zusammenhänge in Anwendungsbeispiele zu integrieren.
13. Inhalt:	- Thermodynamische Grundlagen - Stationäre, kompressible, thermische Strömungen - Verdichtungs- und Expansionsphänomene - Kompressible Strömungen mit Energiezufuhr - Beispiele an Düsen- und Turbineströmungen
14. Literatur:	Skript, Folien, Pflichtlektüre
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446401 Vorlesung Kompressible Strömungen I • 446402 Vorlesung Kompressible Strömungen II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kompressible Strömungen I+II, jede Vorlesung: 28h (Präsenzzeit 28h, Selbststudium 62h) Gesamt: 180h (Präsenzzeit 56h, Selbststudium 124h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44641 Kompressible Strömungen I + II (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich. 60 MIn.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44650 Konstruieren mit Keramik

2. Modulkürzel:	060310113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dennis Zink
9. Dozenten:	Hendrik Weihs
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben Kenntnisse über gängige keramische und faserkeramische Werkstoffe. Sie beherrschen die Konstruktionsregeln für spröde Werkstoffe und für thermal belastete Strukturen. Weiterhin kennen sie die spezifischen Eigenschaften faserverstärkter Keramiken.
13. Inhalt:	Within this module the most important technical ceramics will be presented and discussed in terms of properties and application. Special design rules for brittle materials will be discussed. Fiber reinforced ceramics, their manufacturing and properties will be presented in more detail. This includes design principles and examples for thermally loaded structures, as mainly used for space vehicles with re-entry capability.
14. Literatur:	Foliensatz der Vorlesung. Keramische Verbundwerkstoffe, Walter Krenkel (Hersg.), Wiley-vch Verlag, Weinheim, ISBN 3-527-30529-7
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446501 Vorlesung Konstruieren mit Keramik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44651 Konstruieren mit Keramik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44660 Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren

2. Modulkürzel:	060120131	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen einen Überblick über die Discontinuous-Galerkin- Verfahren welche aktuell Thema der Forschung sind. Die Studierenden haben eine Vorstellung über die Eigenschaften, das Potential und die Anwendbarkeit dieser Verfahren. Sie sind zudem in der Lage je nach Anwendung die richtige Variante des DG Verfahrens zu wählen.
13. Inhalt:	Nötige mathematische Grundlagen wie etwa Interpolation und Projektion bilden die Grundlage der Vorlesung. Anhand eines 1D Problems wird das DG-Vefahren hergeleitet und die nötigen Bausteine erläutert. Ausgehend davon, wird das DGVerfahren für mehrere Dimensionen hergeleitet und verschiedene Varianten konstruiert und diskutiert. Fokus liegt dabei auf Diskretisierungen mit Dreiecksgittern und Viereckgittern, wobei auch die Approximation mit gekrümmten Elementen diskutiert wird. Die Umsetzung des Verfahrens in einem Rechenprogramm wird erläutert und den Studierenden zur Verfügung gestellt.
14. Literatur:	Ein Skript wird zur Verfügung gestellt. "Nodal Discontinuous Galerkin Methods von Jan Hesthaven und Tim Warburton "Implementing Spectral Methods for Partial Differential Equations von David Kopriva Weitere Lehrbücher werden in der Vorlesung angegeben
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446601 Vorlesung Konstruktion von Discontinuous Galerkin Verfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44661 Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44670 Konstruktion von Flugtriebwerken

2. Modulkürzel:	060400116	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Stephan Staudacher
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Konstruktion von Flugtriebwerken I:** Die Studierenden haben einen Überblick über die Schritte bei der Triebwerkskonstruktion und die geforderten Genauigkeiten. Die Studierenden verstehen die Bedeutung einer Produktstruktur. Die Studierenden sind in der Lage ein Flugtriebwerk mit Gondel zu dimensionieren. Die Studierenden verstehen die wesentlichen Triebwerksarchitekturen. Die Studierenden kennen wesentliche Kennwerte. **Konstruktion von Flugtriebwerken II:** Die Studierenden verstehen die Kraftflüsse in Triebwerken. Die Studierenden kennen die wichtigsten Lageranordnungen. Die Studierenden verstehen die Detailkonstruktion der Module.
13. Inhalt:	**Konstruktion von Flugtriebwerken I:** Anforderungen Entwicklungsprozess Produktstruktur, FAST, SOP Kreisprozesswahl, Kenngrößen Dimensionierende Größen der Module Kerntriebwerk, Gasgenerator, Architekturen Gondelauslegung Übung und Versuch (freiwilliges Zusätzliches Angebot): Es werden 4 Hörsaal- und Hausübungen angeboten. **Konstruktion von Flugtriebwerken II:** Kraftflüsse im Triebwerk Lageranordnung Schubgeschirr, Pylon Wellenkonstruktion Ringraumdiagramm Detailauslegung Verdichter, Brennkammer, Turbine Ölsystem Luftsystem Übung und Versuch (freiwilliges Zusätzliches Angebot): Es werden 4 Hörsaal- und Hausübungen angeboten.

14. Literatur:	Bretschneider S.: Knowledge-Based Preliminary Design of Aero-Engine Gas-Generators, ISBN: 978-3-86624-517-4
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446701 Vorlesung Konstruktion von Flugtriebwerken I • 446704 Übung Konstruktion von Flugtriebwerken II • 446703 Vorlesung Konstruktion von Flugtriebwerken II • 446702 Übung Konstruktion von Flugtriebwerken I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Konstruktion von Flugtriebwerken I, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Konstruktion von Flugtriebwerken II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44671 Konstruktion von Flugtriebwerken (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 44680 Konstruktive Aspekte von Flugzeugsystemen

2. Modulkürzel:	060311105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dennis Zink
9. Dozenten:	Carlo Sigolotto
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden erhalten einen Einblick in die Welt der Luftfahrtsystemtechnologie im zivilen und militärischen Flugzeugbau. Einen Schwerpunkt bilden dabei die Hauptsysteme Flugsteuerungsanlagen, Kraftstoffsysteme und Bordelektrik. Es werden aber auch Themen anderer Systemkapitel behandelt. Inhaltlich werden ausgehend von den Systemanforderungen, die Auslegungs-philosophie sowie die Systemausführungen und –funktionen im Detail erläutert. In diesem Zusammenhang werden historische, klassische und moderne heutige Systemanwendungen aufgezeigt, erklärt und einander gegenübergestellt. Darüber hinaus wird besonderen Wert auf die Vermittlung von aktuellen Trends und Tendenzen in der Luftfahrtentwicklungstechnologie der modernen Verkehrsfliegerei gelegt. Die studierenden werden damit in die Lage versetzt die Flugzeugsysteme in ihrer systemtechnischen Komplexität und in ihrer funktionalen und konstruktiven Auslegung zu verstehen, sie zu beurteilen sowie darauf aufbauend anforderungs-gerecht weiterzuentwickeln.
13. Inhalt:	Schwerpunktskapitel - Flugsteuerungsanlagen - Kraftstoffsysteme - Bordelektrik Ergänzungsthemen - Klimatisierungs- und Kabinenbedruckungssystem - Verglasung von Luftfahrtzeugen - Flugzeughydraulik - Beleuchtungssysteme
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung | Lecture Notes basierend auf dem eigenen Erfahrungshintergrund aus verschiedenen Entwicklungs-aufgaben im zivilen und milittärischen Flugzeugbau bei DORNIER, EADS und AIRBUS und gestützt auf klassische und aktuelle internationale Literatur der modernen Flugzeugsystemtechnologie. | Based on personal experience and background of diverse developments in civil and military aerospace applications at aircraft companies such as DORNIER, EADS und AIRBUS and

	supported by conventional and advanced international state of the art literature in aerospace system technology.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446801 Vorlesung Konstruktive Aspekte von Flugzeugsystemen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44681 Konstruktive Aspekte von Flugzeugsystemen (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44690 Konzeption von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen

2. Modulkürzel:	060600104	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die Ansätze und Grundlagen zum Entwurf von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen kennen und kritisch hinterfragen. Hierzu werden klassische Verfahren vorgestellt vergleichend untersucht.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen Ansätze, Methoden und Vorgehensweisen bekannter klassischer Algorithmen und Datenstrukturen kennen und analysieren. Hierzu gehören folgende Themen: - Sortieralgorithmen - Suchalgorithmen - Hashverfahren - Bäume und Graphen - Graphenalgorithmen - topologisches Sortieren - maximale Zuordnungen - stark zusammenhängende Komponenten - kürzeste Wege - Suche in Texten Neuere Ingenieuralgorithmen und Verfahren - Vernetzungsalgorithmen (Delaunay, ...) - Packaging-Algorithmen (Heuristiken, ...) - Routing-Algorithmen (Heuristiken, ...) Inspektion und Analyse von Datenstrukturen und Algorithmen in verfügbaren OpenSource Paketen: - OpenCascade (CAD), Gmesh (Vernetzung), OpenFoam (CFD), CodeAster (FEM), ... Entwurfssprachen - Vokabeln, Regeln, Axiom, Produktionssysteme - Eindeutigkeit, Vollständigkeit, Validierung und Verifikation
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Skiena, The Algorithm Design Manual Ottmann, Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen Sedgewick, Algorithms. Schöning: Ideen aus der Informatik

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 446901 Vorlesung Konzeption von Algorithmen I, Datenstrukturen und Entwurfssprachen • 446902 Vorlesung Konzeption von Algorithmen II, Datenstrukturen und Entwurfssprachen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Konzeption von Algorithmen I: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Konzeption von Algorithmen II: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44691 Konzeption von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 44700 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	062000303	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nicolaas Sneeuw
9. Dozenten:	Nicolaas Sneeuw
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende der LV ist der Studierende in der Lage, die in der Luft- und Raumfahrt und für die Geodäsie fundamentalen Begriffe Bezugssystem und Bezugsrahmen und ihre Festlegung zu verstehen, zu unterscheiden und einzusetzen. Er hat ein Grundverständnis für die den Transformationen zugrunde liegenden physikalischen Ursachen und ihrer Einflüsse auf die Festlegung raumfester, erdfester und bewegter Bezugssysteme. Ebenso ist er in der Lage, selbstständig die Korrekturen für Präzession, Nutation, Polbewegung zu ermitteln und die präzise Transformation zwischen raumfesten und erdfesten Bezugsrahmen in der Praxis durchzuführen. Er besitzt Grundkenntnisse über die in Deutschland vorherrschenden legalen Kartenkoordinaten (Gauß-Krüger und UTM) und beherrscht die in der Raumfahrt und Satellitengeodäsie verwendeten Zeitskalen und Zeitsysteme.
13. Inhalt:	• Geodätische Koordinaten und -systeme (3D) sowie deren Transformation: kartesische Systeme, krummlinige Systeme (sphärisch, ellipsoidisch), • Einführung Kartenkoordinaten(systeme), • Drehmomente, -kräfte, -tensor, Kinematik und Dynamik im rotierenden System • konventionelle Referenzsysteme und -rahmen • Erdrotation, Präzession, Nutation, Polbewegung • Tisserand-Prinzip, no net rotation, globale und regionale Netze • Zeit und Zeitsysteme: Auf der Erdrotation gegründete Zeitsysteme, Zeitsysteme der Himmelsmechanik, Atomzeitsysteme,

14. Literatur:	Seeber, Satellite geodesy, de Gryuter, 2003 Vorlesungsskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447001 Vorlesung Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudiumszeit 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44701 Koordinaten- und Zeitsysteme in der Geodäsie, Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Höhere Geodäsie

Modul: 44720 Lastannahmen

2. Modulkürzel:	060311102	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Joachim Greiner
9. Dozenten:	Andreas Strohmayer Joachim Greiner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden können die Bauvorschriften interpretieren und die entsprechenden Lastfälle definieren. Darauf aufbauend sind sie in der Lage Belastungsfälle für Luftfahrzeuge zu berechnen, die durch Manöver und Böen hervorgerufen werden.
13. Inhalt:	Gesetze und Bauvorschriften für Luftfahrzeuge Kräfte und Momente am Flugzeug Fluglasten o Lasten im Horizontalflug, symmetrische Lasten oUnsymmetrische Belastungen o Lasten durch Ruderausschläge (Betätigungslasten) o Böenlasten Bodenbelastungen
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Übungsblätter im ILIAS Begleitbuch: Niu, M. C. Y.: Airframe Structural Design, Commilit Press Ltd., Hongkong, 1988
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447201 Vorlesung Lastannahmen I+II • 447202 Übung Lastannahmen I+II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Lastannahmen I+II, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Lastannahmen I+II, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44721 Lastannahmen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44730 Leichtbau I

2. Modulkürzel:	060310103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour
9. Dozenten:	Maged Sorour Peter Middendorf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Leichtbau I, II --> Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten wissen die wesentlichen Grundlagen des Leichtbaus, Leichtbaumethoden, Leichtbauwerkstoffe sowie moderne Werkstoffsysteme. Die Studierenden werden mit dem Entwurf und Auslegung einzelner Strukturelemente im Bereich der Festigkeit, Steifigkeit vertraut gemacht. Die wichtigsten strukturmechanischen Auslegungsmethoden und Theorien werden dabei anhand realer Flugzeugstrukturen angewendet und praktiziert.
13. Inhalt:	Kriterien der Leichtbaukonstruktionen, Leichtbaumethoden, Entwurfsphilosophien, Systematik und Gestaltung von Leichtbaukonstruktionen, Berechnungsmethoden, Gestaltleichtbau und geometrische Kenngrößen von Strukturkomponenten, Werkstoffleichtbau und moderne Werkstoffsysteme, Strukturelemente, Zugelemente, Biegeelemente.
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Wiedemann, J.: Leichtbau
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447301 Vorlesung und begleitende Übungen Leichtbau I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44731 Leichtbau I (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Flugzeugbau

Modul: 44740 Leichtbau I, II

2. Modulkürzel:	060310102	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour
9. Dozenten:	Maged Sorour Peter Middendorf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden wissen die wesentlichen Grundlagen des Leichtbaus, Leichtbaumethoden, Leichtbauwerkstoffe sowie moderne Werkstoffsysteme. Die Studierenden werden mit dem Entwurf und der Auslegung einzelner Strukturelemente im Bereich der Festigkeit, Steifigkeit und Stabilität vertraut gemacht. Die wichtigsten strukturmechanischen Auslegungsmethoden und Theorien werden dabei anhand realer Flugzeugstrukturen angewendet und praktiziert.
13. Inhalt:	Kriterien der Leichtbaukonstruktionen, Leichtbaumethoden, Entwurfsphilosophien, Systematik und Gestaltung von Leichtbaukonstruktionen, Berechnungsmethoden, Gestaltleichtbau und geometrische Kenngrößen von Strukturkomponenten, Werkstoffleichtbau und moderne Werkstoffsysteme, Strukturelemente, Zugelemente, Biegeelemente, Druckelemente, Schub- und Zugfelder, Sandwichstrukturen, Überlagerungen und Krafteinleitung.
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Wiedemann, J.: Leichtbau Kossira, H.: Leichtbau
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447401 Vorlesung und begleitende Übungen Leichtbau I, II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44741 Leichtbau I, II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44770 Leichtbauseminar

2. Modulkürzel:	060310111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Johannes Schwingel
9. Dozenten:	Johannes Schwingel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• 44730 Leichtbau I
12. Lernziele:	Nach erfolgreichem Beenden des Moduls sind die Studierenden in der Lage, einfache Probleme auf Basis der FEM zu lösen. Dazu gehören die Berechnung einfacher statischer Lastfälle für Metall- und Composite - Bauteile und die Bauteiloptimierung auf Basis der FEM.
13. Inhalt:	• Klassische Laminattheorie • Finite Elemente Methode • Auslegung von FVK-Strukturen • Topologieoptimierung
14. Literatur:	Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden - Helmut Schürmann
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447701 Vorlesung und Seminar Leichtbauseminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Leichtbauseminar, Seminar: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44771 Leichtbauseminar (BSL) (BSL), Schriftlich und Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1 - 44771 Leichtbauseminar, benotete Studienleistung (BSL), Schriftlich und Mündlich, 45Min, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44780 Lenkverfahren

2. Modulkürzel:	060200113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm Thomas Kuhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die wichtigsten Grundbegriffe und Definitionen der Lenkung. • Die Studierenden kennen die Schnittstellen der Lenkung mit den übrigen Komponenten des Flugkörpersystems, insbesondere mit der Regelung und Navigation. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Verfahren zur Messung und Schätzung der Zielbewegung. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Verfahren der autonomen und der kommandierten Lenkung. • Die Studierenden kennen die regelungstechnischen Varianten zur Umsetzung des Lenkkommandos. • Die Studierenden sind in der Lage, die Lenkverfahren in einfacher Form zu simulieren.
13. Inhalt:	• Klassifizierung von Szenarien und Lenkwaffentypen • Flugkörperlenkung (Proportionalnavigation, Zieldeckungslenkung u.a.) • Einbettung der Lenkung in das System Flugkörper • Methoden zur Messung und Schätzung der Zielbewegung • regelungstechnische Umsetzung des Lenkkommandos • einfache Simulationsmodelle
14. Literatur:	• W. Grimm, T. Kuhn: Lenkverfahren, Skript • G.M. Siouris: Missile Guidance and Control Systems, Springer • J.H. Blakelock: Automatic Control of Aircraft and Missiles, Wiley • R.H. Battin: Astronautical Guidance, McGraw-Hill • Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447801 Vorlesung Lenkverfahren • 447802 Übung Lenkverfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Lenkverfahren, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h)

	Lenkverfahren, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44781 Lenkverfahren (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Kombination von Beamer und Tafelanschrieb elektronische Unterlagen im Netz (Skript, Vortragsübungen etc.) Rechnerübungen mit Simulink-Modellen
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44790 Lineare Schätzverfahren

2. Modulkürzel:	062000302	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nicolaas Sneeuw
9. Dozenten:	Nicolaas Sneeuw
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Kenntnis der Schätzverfahren erlaubt den Studenten, unbekannte Parameter aus Beobachtungen zu schätzen und deren Güte zu beschreiben. Studenten sind in der Lage, einen linearen Zusammenhang zwischen Parametern und Daten herzustellen, eventuell nach Linearisierung von nicht-linearen Vorgängen. Sie können selbständig entscheiden, welche funktionalen und stochastischen Modelle zur Ausgleichung/Parameterschätzung inkonsistenter Beobachtungen zweckmäßig eingesetzt werden. Sie sind in der Lage, die Qualität des Schätzergebnisses zu analysieren und zu beschreiben sowie durch statistische Testverfahren zu überwachen.
13. Inhalt:	Geschichte Grundlagen der Schätzverfahren in Geodäsie und Astronomie Beobachtungsgleichungen Stochastische Modellierung Lineare Schätztheorie, einschließlich geometrische Interpretation Linearisierung nicht-linearer Gleichungssysteme Gauss-Markoff-Modell, ohne und mit Restriktionen Hypothesentests Zuverlässigkeitsanalyse Anwendungen auf Probleme der Luft- und Raumfahrt
14. Literatur:	Sneeuw und Krumm (2011) Adjustment Theory, Skript, Universität Stuttgart Matlab Teunissen PJG (2003) Adjustment Theory, Testing Theory, Delft Univ Press Niemeier, W. (2008) Ausgleichungsrechnung, de Gruyter, Berlin
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447901 Vorlesung Lineare Schätzverfahren • 447902 Übung Lineare Schätzverfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Lineare Schätzverfahren, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Lineare Schätzverfahren, Übung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 44791 Lineare Schätzverfahren (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1

	• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Höhere Geodäsie

Modul: 44800 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen

2. Modulkürzel:	060600114	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Hans-Jürgen Ertelt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Methoden zur Beurteilung der Schädigung von schwingend beanspruchten Konstruktionen des Maschinenwesens und speziell der Luft- und Raumfahrt. • Sie beherrschen die rechnerischen und experimentellen Verfahren bzw. Konzepte zur Abschätzung der Lebensdauer einer Konstruktion und deren Elemente. Sie sind in der Lage, Ergebnisse der Lebensdauerabschätzung kritisch zu hinterfragen und zu beurteilen. • Sie kennen die Unterschiede zwischen zügigen und zyklischen Materialkennwerten und beherrschen die Prüftechniken zur Ermittlung dieser Kennwerte. • Die Studierenden sind vertraut mit den verschiedenen Verfahren zur Analyse und Synthese von Betriebsbeanspruchungen und wissen diese bei den unterschiedlichen Schadensakkumulationsmodellen entsprechend zu berücksichtigen. Sie sind vertraut mit den aktuellen problemorientierten Standard-Last-Zeit-Sequenzen. • Die Studierenden sind in der Lage, die Festigkeit rissbehafteter Bauteile zu bestimmen, unter Berücksichtigung des entsprechenden Spannungs- bzw. Verformungszustandes. • Sie kennen die verschiedenen Bruchmechanik-Parameter und deren vornehmliche Anwendungsbereiche sowie Vorgehensweisen zur Bestimmung des Rissfortschritts unter zyklischer Bauteilbeanspruchung. • Die Studierenden sind vertraut mit dem Festigkeitsverhalten rissbehafteter Bauelemente. • Sie kennen das Griffithsche Energiekriterium, das K-Konzept (Spannungsintensitätsfaktoren), das R-Kurven Konzept und die verschiedenen Beanspruchungsmodi sowie die entsprechenden Gleichungssysteme zur Beschreibung der Spannungen bzw. Verformungen in unmittelbarer Rissspitzen-Umgebung. • Sie sind vertraut mit den Prüftechniken und Methoden zur experimentellen Bestimmung bruchmechanischer Kennwerte.

13. Inhalt:	Materialermüdung I Die Inhalte in „Materialermüdung I“ beziehen sich im Wesentlichen auf das sogenannte Nennspannungskonzept. • Einstufenversuch (Wöhlerversuch) • Ermüdungsfestigkeit - Mechanismus und Einflüsse • Statistische Auswertung • Zählverfahren • Betriebsfestigkeitsversuche • Schadensakkumulation • Analyse und Synthese von Lastabläufen Bruchmechanik I Die Vorlesungsinhalte in „Bruchmechanik I“ beschäftigen sich vornehmlich mit der sogenannten Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEB) bzw. mit der Modifizierten-Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEBM), d.h. es werden keine bzw. nur sehr kleine plastische Verformungen um die Rissspitze zugelassen. Materialermüdung II Im „Materialermüdung II“ werden die Studierenden mit dem heute vielfach angewendeten sogenannten Lokalen Konzept vertraut gemacht. Die Schadensakkumulationsverfahren werden dargestellt und die Möglichkeiten und Grenzen dieses Konzepts aufgezeigt. Die Studierenden kennen die vereinfachten Verfahren zur Bestimmung der Spannungs-Dehnungs-Pfade, die sich unter unregelmäßig schwingender Beanspruchung um die Rissspitze ausbilden und sind vertraut, diese in die Abschätzung der Bauteillebensdauer einzubeziehen. Die Studierenden sind in der Lage sowohl bei Konstant-Amplituden-Belastung (Wöhler-Belastung) als auch unter Betriebsbelastungen, den Rissfortschritt in einem Bauteil rechnerisch zu erfassen. Bruchmechanik II In „Bruchmechanik II“ werden die Studierenden vertraut mit dem Bruchverhalten angerissener duktiler Werkstoffe, d.h. mit dem Bruchverhalten von Materialien und Konstruktionselementen, bei denen sich im Versagensfall größere plastische Verformungen um die Rissspitze ausbilden (CTOD- Konzept, J-Integral). Die Studierenden kennen die verschiedenen Berechnungsverfahren und die experimentellen Methoden zur Bestimmung der entsprechenden kritischen Kennwerte.
14. Literatur:	Jürgen Ertelt, Skript zur Vorlesung, jährlich aktualisiert, mit Verweisen, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448001 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik I • 448002 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Materialermüdung und Bruchmechanik I, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Materialermüdung und Bruchmechanik II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 120 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44801 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 44810 Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen

2. Modulkürzel:	060310112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jonas Schlotterbeck
9. Dozenten:	Jonas Schlotterbeck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Erlangung theoretischer und praktischer Kenntnisse in Bezug auf die Prüfung faserverstärkter Kunststoffe.
13. Inhalt:	• Prüfmaschine • Normversuche • Probenherstellung • Probenprüfung • Versuchsauswertung
14. Literatur:	Skript: Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448101 Vorlesung mit praktischen Teilen Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44811 Materialprüfungen und Kennwertermittlung für FVK-Simulationen (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung 30 Minuten
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Beamer • Tafel • ILIAS
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 44820 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik

2. Modulkürzel:	060120114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz Christian Rohde
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen wichtige mathematische Methoden zur Analyse der strömungsmechanischen Gleichungen. Sie verstehen den mathematischen Hintergrund von Erhaltungsgleichungen und die Konstruktionsprinzipien, welche auch den numerischen Verfahren zu Grunde liegen, die heute zur Simulation in der LRT eingesetzt werden. Sie können die gelernten mathematischen Methoden einsetzen zur Analyse von Erhaltungsgleichungen und zur Ableitung effizienter numerischer Approximationen.
13. Inhalt:	Behandelt werden die Theorie von schwachen oder integralen Lösungen für Erhaltungsgleichungen. Die zentrale Rolle der Entropiebedingung wird dargestellt. Ein wichtiger Baustein für die Theorie, Numerik und selbst für das Experiment ist die Lösung des Riemannproblems. Aufbauend auf die Charakteristikentheorie wird die Lösung des Riemannproblems aufgezeigt. Die Übertragung der Theorie auf die Konstruktion von numerischen Verfahren, wie der Satz von Lax-Wendroff und die Konsistenz der numerischen Methoden in der Klasse der schwachen Lösungen wird beschrieben.
14. Literatur:	A.J. Chorin, J.E. Marsden: A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics, Springer-Verlag 1979 E. Godlewski, P.A. Raviart: Numerical Approximation of Hyperbolic Systems of Conservation Laws, Springer-Verlag 1996
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448201 Vorlesung Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44821 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 44830 Mechanische Systeme

2. Modulkürzel:	069901103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strukturdynamik (9 LP) oder Strukturdynamik (6 LP) und Einf. in die Finite Elemente Methode
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten Kriterien zur Klassifizierung, zur Analyse und zur Stabilität mechanischer Systeme, • kennen die wichtigsten rheologischen Systemansätze zu Beschreibung von Materialdämpfung und Hysterese, • können lineare mechanische Systeme mit beliebiger Dämpfungsmatrix analysieren, • können passive Schwingungstilgersysteme analysieren und auslegen, • kennen die Grundlagen für semiaktive und aktive Tilger, • kennen den theoretischen Hintergrund der wichtigsten experimentellen Verfahren zur Strukturanalyse und -identifikation, • erhalten einen ersten Einblick in Kreiselprobleme, Flatterprobleme und die Theorie der Störungsrechnung, • können einfache Verfahren zur Modellreduktion anwenden.
13. Inhalt:	• Dämpfungsphänomene, -klassifizierung und -modellierung, • Zusätzliche Zustandsgrößen • Zusammenfassung und Ausbau der Theorie zur Dämpfung linearer Systeme • Schwingungstilgung • Systemidentifikation und experimentelle Modalanalyse • Gyroskopische und zirkulatorische Kräfte • Klassifizierung, Analyse und Stabilität mechanischer Systeme • Modellreduktion
14. Literatur:	• Argyris, J. , Faust, G. , Haase, M.: Die Erforschung des Chaos. Braunschweig Wiesbaden : Vieweg, 1994

	• Fliege, N.: Systemtheorie. Stuttgart : Teubner, 1991 • Elspass, W.J., Flemming, M.: Aktive Funktionsbauweisen : eine Einführung in die Struktronik. Berlin , Heidelberg : Springer, 1998 • Ewins, D.J.: Modal testing : theory, practice and application. 2. Aufl. Baldock , Hertfordshire : Research Studies Press, 2000 • Gasch, R. , Nordmann, R. , Pfützner, H.: Rotordynamik. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer, 2002 • Hamel, G.: Theoretische Mechanik. Berlin [u.a.] : Springer, 1978 • Isermann, R.: Identifikation dynamischer Systeme. Band 1 und 2. 2. Aufl. Berlin , Heidelberg : Springer, 1992 • Natke, H.G.: Einführung in Theorie und Praxis der Zeitreihen- und Modalanalyse. 3. Aufl. Braunschweig , Wiesbaden : Vieweg, 1992 • Schwertassek, R. , Wallrapp, O.: Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme.Braunschweig , Wiesbaden : Vieweg, 1999 • Skript • zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448301 Vorlesung Mechanische Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung mit Übungen
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44831 Mechanische Systeme (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, kleine Experimente
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 44840 Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation

2. Modulkürzel:	060120301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Uwe Iben Jan Schlottke
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Vorlesung 1**:** Ein- und Mehrphasenströmungen in deren Anwendung in der Industrie Die Studierenden • wissen, was Mehrphasenströmungen sind • wissen, was Kavitation ist • wissen, was Luftausgasung ist • wissen, wie man Modelle für Phasenübergang und Luftausgasung erstellt und anwendet • verstehen, warum Strömungsmechanik und Thermodynamik so eng miteinander verbunden sind • wissen, was Zustandsgleichungen für Flüssigkeiten sind • wissen, wie man für technische Fragestellungen, bei denen Mehrphasenströmungen zugrunde liegen, Lösungsansätze findet. Hierzu gibt es verschiedene Beispiele unterschiedlicher Komplexität. Vorlesung 2**:** Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen Die Studierenden • geben Vorkommen und Relevanz von Mehrphasenströmungen in Wissenschaft und Technik wieder • beschreiben die physikalischen Grundlagen von Mehrphasenströmungen und stellen verschiedene Formen von Mehrphasenströmungen gegenüber • wählen anhand der zu betrachtenden Strömung das geeignete Simulationsverfahren und passende Modellansätze aus • analysieren durch Simulation gewonnene Ergebnisse
13. Inhalt:	Vorlesung 1: Ein-und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie Grundlagen der Strömungsmechanik

	Hydrostatik Zugspannungen in Flüssigkeiten Kräfte auf Wände Fliessverhalten Strömungsformen Kompressibilität, Schallgeschwindigkeit Kompression und Expansion von kompressiblen Flüssigkeiten Zustandsänderungen Grundgleichungen der Strömungsmechanik Navier-Stokes-Gleichungen Eindimensionale Erhaltungsgleichungen Das p-System Unstetige Querschnittsänderungen Numerische Berechnung des Verlustbeiwertes Anwendung der Grundgleichungen 6 Beispiele aus verschiedenen industriellen Anwendungen Zweiphasenströmungen Modellierung von kavitierenden Strömungen Barotrope Zweiphasenströmungen Homogene Gleichgewichtszweiphasenströmung Inhomogene Zweiphasenströmungen Stoffübergang an der Phasengrenze Verdampfen und Kondensieren von reinen Flüssigkeiten Numerische Auswertung Blasendynamik Luftgehalt in Flüssigkeiten Stossfronten im Zweiphasengebiet Koaliszenz von zwei Luftblasen in Flüssigkeit Fluid-Partikel-Strömungen Reibungsmodelle für 1D-Strömungsmodelle Eigenfrequenz hydraulischer Systeme Vorlesung 2: Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen Grundlagen von Mehrphasenströmungen, Vorkommen und Relevanz, Klassifizierung Numerische Grundlagen für die Simulation von Mehrphasenströmungen Euler-Euler Verfahren am Beispiel von Flüssig-Gas-Systemen Euler-Lagrange Verfahren
14. Literatur:	Vorlesung 1: Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendung in der Industrie Powerpoint-Folien werden als Skript zur Verfügung gestellt, weiterhin wird ein Skript auf ILIAS bereitgestellt. Bücher: Yeoh und Tu: Computational Techniques for Multiphase Flows, 2009 Prosperetti und Tryggvason: Computational Methods for Multiphase Flow, 2007 Tryggvason, Scardovelli und Zaleski: Direct Numerical Simulations of Gas-Liquid Multiphase Flows, 2011 Drew und Passman: Theory of Multicomponent Fluids, 1999 Clift, Grace und Weber: Bubbles, Drops, and Particles, 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448401 Vorlesung Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	44841	Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik	

Modul: 44850 Messverfahren des Wärmetransports

2. Modulkürzel:	060700181	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Rico Poser
9. Dozenten:	Poser, Rico; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Wärmeübertragung / Wärmestrahlung
12. Lernziele:	Die Studierenden können • theoretische Grundlagen und Messprinzipien verschiedener Temperatur-, Wärmeleitfähigkeits- und Wärmestrommessverfahren erklären. • problemrelevante, dimensionslose Kennzahlen identifizieren und mit deren Hilfe Versuche auslegen und planen. • geeignete Messverfahren für eine gestellte Messaufgabe hinsichtlich des Wärmetransports auswählen und den zugehörigen Versuchsaufbau beschreiben. • wesentliche Annahmen bei einer Versuchsauswertung begründen. • Lösungsansätze zur Versuchsauswertung aufstellen. • wichtige Einflussgrößen zur Messfehlerabschätzung diskutieren.
13. Inhalt:	• Grundlagen zu Wärmetransport, Wärmeübergangskoeffizient, Erhaltungsgleichungen, dimensionslosen Kennzahlen • Messprinzipien verschiedener Temperaturmessverfahren (z.B. Widerstandsthermometer, Thermoelemente, Thermalfarben, Temperatursensitive Farben, Thermochromatische Flüssigkristalle, Infrarot), Anwendung der Messverfahren in der Praxis (z.B. Einbausituationen, Fehlerquellen) • Messprinzipien verschiedener Wärmeleitfähigkeitsmessverfahren (z.B. stationäre Verfahren, instationäre/transiente Verfahren) • Messprinzipien verschiedener Wärmestrommessverfahren (z.B. Wand-Wärmestromsensoren, stationäre Verfahren, instationäre/transiente Verfahren, Analogien), Anwendung der Messverfahren in der Praxis (z.B. am Originalbauteil, an Modellen, stationär vs. rotierend, Postprocessing, Fehlerbetrachtungen)
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung (Entwurf) Eckert und Goldstein: Measurements in Heat Transfer, 2nd Ed., 1976

	Bernhard: Handbuch der Technischen Temperaturmessung, 2014 Incropera und DeWitt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 1996 Tropea, Yarin und Foss: Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer, 2007
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448501 Vorlesung Messverfahren des Wärmetransports
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44851 Messverfahren des Wärmetransports (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Folienpräsentation, Anschauungsmaterial, 1x Labortermin, 1x Praxistermin (am PC)
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44860 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen

2. Modulkürzel:	060500113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Jens Wolfersdorf Georg Heinrich Herdrich
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die gaskinetischen Gebiete und können diese anhand thermodynamischer Parameter unterscheiden. Sie kennen die mikroskopischen Definitionen von Zustandsgrößen und deren mathematische Darstellung, verstehen das unterschiedliche Stoffverhalten von idealen Gasen in den gaskinetischen Gebieten und können gaskinetische Effekte bei Anwendungen der Luft- und Raumfahrttechnik bewerten und den Gültigkeitsbereich von Kontinuumsverfahren einschätzen. Die Studierenden kennen die auftretenden aerothermodynamischen Phänomene während des Eintritts von Raumflugkörpern in eine Atmosphäre sowie deren physikalischen Ursprung. Sie kennen verschiedene Modelle für die numerische Simulation derartiger Phänomene und wissen über deren Gültigkeits- und Genauigkeitsbereich.
13. Inhalt:	• Kinetische Gastheorie: Aufgaben und Methoden, Verteilungsfunktion und makroskopische Zustandsgrößen, Beschreibung von Gasgemischen, molekulare Geschwindigkeitsverteilung, Stoßfrequenz, Transporteigenschaften in mäßig und stark verdünnten Gasen, Maxwellverteilung und ihre Eigenschaften, Darstellung der Maxwellverteilung und Mittelwerte der molekularen Geschwindigkeiten, Effusion, Mittelwert der Relativgeschwindigkeit, Berechnung der Stoßfrequenz, Anregung innerer Freiheitsgrade, Randbedingungen in verdünnten Gasen, Sprünge der Zustandsgrößen an Wänden, Wärmeleitung im stationären Fall, Hagen-Poiseuille-Strömung • Aerothermodynamik: Boltzmanngleichung - Ansätze zur Lösung insbesondere Chapman-Enskog, Ableitung Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen, numerische Lösungsansätze insb. Direct Simulation Monte Carlo. Wiedereintrittstrajektorie, Gas- und Strömungsnatur, aerothermodynamische Phänomene und Effekte, Erhaltungsgleichungen, Hochtemperatureffekte

	(thermochemische Relaxationen, Mehr-Temperatur-Modelle, Quellterme der Speziesgleichungen, Reaktionsschema für Hochtemperatur-Luft,Gleichgewichtskonstanten), Transportkoeffizienten, Gas-Oberflächenwechselwirkung, Gasstrahlung
14. Literatur:	Umdrucke, Vorlesungsaufschrieb, Folien Arnold Frohn: Einführung in die Kinetische Gastheorie, 2. Aufl. Wittwer, 2006 Dieter Hänel: Molekulare Gasdynamik, Springer, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448603 Vorlesung Aerothermodynamik • 448601 Vorlesung Kinetische Gastheorie • 448602 Seminar Kinetische Gastheorie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kinetische Gastheorie, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 56 h) Kinetische Gastheorie, Übungen: 21 h (Präsenzzeit: 7 h, Selbststudium: 14 h) Aerothermodynamik, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Gesamt: 195 h (Präsenzzeit: 63 h, Selbststudium: 132 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44861 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44880 Nichtlineare Optimierung

2. Modulkürzel:	060200111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage, praktische Optimierungsprobleme in die Standardform eines nichtlinearen Parameteroptimierungsproblems zu überführen und die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Lösung aufzustellen. • Die Studierenden haben einen Überblick über gradientenbasierte numerische Lösungsverfahren für nichtlineare Parameteroptimierungsprobleme. Zu jedem Verfahren sind die zugrunde liegende Entwurfsidee und die praktischen Vor- und Nachteile bekannt.
13. Inhalt:	• das nichtlineare Parameteroptimierungsproblem: Aufgabenstellung und Beispiele • notwendige und hinreichende Bedingungen für ein lokales Minimum • gradientenbasierte numerische Verfahren für unbeschränkte Probleme (Gradientenverfahren, Newton- und Quasi-Newton-Verfahren usw.) • gradientenbasierte numerische Verfahren für beschränkte Probleme (SQP-Verfahren usw.)
14. Literatur:	• W. Grimm, K.H. Well: Nichtlineare Optimierung, Skript • J.S. Arora, Introduction to Optimum Design, McGraw-Hill • R. Fletcher, Practical Methods of Optimization, Wiley • P.E. Gill, Numerical Methods for Constrained Optimization, Academic Press • G.L. Nemhauser et al. (eds.), Optimization, Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol. 1, North Holland • Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448802 Übung Nichtlineare Optimierung • 448801 Vorlesung Nichtlineare Optimierung

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Nichtlineare Optimierung, Vorlesung: 58 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 30 h) Nichtlineare Optimierung , Übung: 32 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 18 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 48 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44881 Nichtlineare Optimierung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftliche Prüfung mit allen Hilfsmitteln, 60 Min.
18. Grundlage für ... :	Optimalsteuerung in der LRT, Modul 060200112
19. Medienform:	Zuhilfenahme von Projektor und Beamer Matlab-Beispiele analytische Übungsaufgaben elektronische Unterlagen im Netz, insbesondere alte Prüfungen
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44910 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen

2. Modulkürzel:	060120302	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Schlottke, Jan; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre, Wärmeübertragung
12. Lernziele:	Die Studierenden • geben Vorkommen und Relevanz von Mehrphasenströmungen in Wissenschaft und Technik wieder. • beschreiben die physikalischen Grundlagen von Mehrphasenströmungen und stellen verschiedene Formen von Mehrphasenströmungen gegenüber. • wählen anhand der zu betrachtenden Strömung das geeignete Simulationsverfahren und passende Modellansätze aus. • analysieren durch Simulation gewonnene Ergebnisse.
13. Inhalt:	• Grundlagen von Mehrphasenströmungen, Vorkommen und Relevanz, Klassifizierung • Numerische Grundlagen für die Simulation von Mehrphasenströmungen • Euler-Euler Verfahren am Beispiel von Flüssig-Gas-Systemen • Euler-Lagrange Verfahren • Simulation von Strömungen mit freier Oberfläche, Verfahren mit Auflösung der Phasengrenzfläche (Volume of Fluid, Level-Set)
14. Literatur:	Yeoh und Tu: Computational Techniques for Multiphase Flows, 2009 Prosperetti und Tryggvason: Computational Methods for Multiphase Flow, 2007 Tryggvason, Scardovelli und Zaleski: Direct Numerical Simulations of Gas-Liquid Multiphase Flows, 2011 Drew und Passman: Theory of Multicomponent Fluids, 1999 Clift, Grace und Weber: Bubbles, Drops, and Particles, 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449101 Vorlesung Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44911 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folienpräsentation, praktischer Teil

20. Angeboten von: Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 44940 Numerische Verbrennungssimulation

2. Modulkürzel:	060800101	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Peter Gerlinger
9. Dozenten:	Peter Gerlinger
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen: die theoretischen Grundlagen zur numerischen Simulation von Brennkammerströmungen (Verbrennung) Diffusionsprozesse in Flammen und deren Beschreibung Auswirkungen der physikalischen und chemische Vorgänge bei der Verbrennung auf deren numerische Simulation Schwierigkeiten (und deren Ursachen) bei Verbrennungssimulationen Methoden zur stabilen Simulation von Verbrennung
13. Inhalt:	Transportgleichungen zur Beschreibung von Verbrennungsprozessen Diffusiver Wärme- und Stofftransport Der chemische Produktionsterm in den Speziesgleichungen Diskretisierung und numerische Lösungsansätze Ursachen steifer Gleichungssysteme in der Verbrennung Stabilitätsanalyse Homogene Reaktionssysteme Numerische Verfahren für steife Gleichungssyteme Punkt-Implizite Lösungsansätze etc
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung P. Gerlinger, Numerische Verbrennungssimulation E. Oran, J.P. Boris, Numerical Simulation of Reactive Flows
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449401 Vorlesung Numerische Verbrennungssimulation • 449402 Tutorium/Übung Numerische Verbrennungssimulation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Numerische Verbrennungssimulation, Vorlesung: 62 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 34 h) Numerische Verbrennungssimulation, Tutorium/Übungen: 28 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44941 Numerische Verbrennungssimulation (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verbrennungstechnik für Luft- und Raumfahrtantriebe

Modul: 44950 Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik

2. Modulkürzel:	060200112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Nichtlineare Optimierung, Modulkürzel 060200111
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind mit der mathematischen Problemstellung (Optimalsteuerungsproblem) vertraut und kennen typische Beispiele aus der Luft- und Raumfahrt. • Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems aufzustellen und daraus ein Randwertproblem abzuleiten. • Die Studierenden kennen die Arbeitsweise und Eigenschaften so genannter direkter Verfahren zur Lösung von Optimalsteuerungsproblemen.
13. Inhalt:	• Optimalsteuerungsproblem: allgemeine Aufgabenstellung in verschiedenen Ausbaustufen, spezielle Aufgabenstellungen in der Luft- und Raumfahrt • notwendige Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems, akademische und praktische Anwendungsbeispiele, auf den notwendigen Bedingungen aufbauende numerische Lösungsverfahren (indirektes Mehrzielverfahren) • direkte Methoden zur Lösung eines Optimalsteuerungsproblems (direktes Mehrzielverfahren, direkte Kollokation) • Rechnerübungen zum Kennenlernen professioneller Bahnoptimierungsprogramme
14. Literatur:	• W. Grimm: Bahnoptimierung für Luft- und Raumfahrzeuge, Skript • A.E. Bryson, Y.-Ch. Ho: Applied Optimal Control, Hemisphere Publishing • B.A. Conway (ed.): Spacecraft Trajectory Optimization, Cambridge U. Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449501 Vorlesung Optimalsteuerung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Optimalsteuerung in der LRT, Vorlesung 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44951 Optimalsteuerung in der Luft- und Raumfahrttechnik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Zuhilfenahme von Projektor und Beamer • elektronische Unterlagen im Netz • Rechnerübungen
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44960 Optimierung und Optimalsteuerung

2. Modulkürzel:	060200120	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage, praktische Optimierungsprobleme in die Standardform eines nichtlinearen Parameteroptimierungsproblems zu überführen und die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Lösung aufzustellen. • Die Studierenden haben einen Überblick über die numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Parameteroptimierungsprobleme. Das betrifft insbesondere die einem Verfahren zugrunde liegendeEntwurfsidee und die praktischen Vor- und Nachteile. • Die Studierenden sind mit der Aufgabenstellung der optimalen Steuerung vertraut und kennen typische Beispiele aus der Luft- und Raumfahrt. • Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems aufzustellen und daraus ein Randwertproblem abzuleiten. • Die Studierenden kennen die Arbeitsweise und Eigenschaften so genannter direkter Verfahren zur Lösung von Optimalsteuerungsproblemen.
13. Inhalt:	• das nichtlineare Parameteroptimierungsproblem: Aufgabenstellung und Beispiele • notwendige und hinreichende Bedingungen für ein lokales Minimum • numerische Verfahren für unbeschränkte Probleme (Gradientenverfahren, Newton- und Quasi-Newton-Verfahren usw.) • numerische Verfahren für beschränkte Probleme (SQP-Verfahren usw.)

	• Optimalsteuerungsproblem: allgemeine Aufgabenstellung in verschiedenen Ausbaustufen, spezielle Aufgabenstellungen in der Luft- und Raumfahrt • notwendige Bedingungen für die Lösung eines Optimalsteuerungsproblems, akademische und praktische Anwendungsbeispiele, auf den notwendigen Bedingungen aufbauende numerische Lösungsverfahren (indirektes Mehrzielverfahren) • direkte Methoden zur Lösung eines Optimalsteuerungsproblems (direktes Mehrzielverfahren, direkte Kollokation) • Rechnerübungen zum Kennenlernen professioneller Bahnoptimierungsprogramme
14. Literatur:	• W. Grimm, K.H. Well: Nichtlineare Optimierung, Skript • W. Grimm: Bahnoptimierung für Luft- und Raumfahrzeuge, Skript • J.S. Arora, Introduction to Optimum Design, McGraw-Hill • R. Fletcher, Practical Methods of Optimization, Wiley • P.E. Gill, Numerical Methods for Constrained Optimization, Academic Press • G.L. Nemhauser et al. (eds.), Optimization, Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol. 1, North Holland • A.E. Bryson, Y.-Ch. Ho: Applied Optimal Control, Hemisphere Publishing • B.A. Conway (ed.): Spacecraft Trajectory Optimization, Cambridge U. Press • Vortragsübungen zu Nichtlinearer Optimierung im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449601 Vorlesung Nichtlineare Optimierung • 449602 Übung Nichtlineare Optimierung • 449603 Vorlesung Optimalsteuerung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Nichtlineare Optimierung, Vorlesung: 48 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 40 h) Nichtlineare Optimierung, Übung: 44 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 30 h) Optimalsteuerung, Vorlesung: 68 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 40 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 110 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44961 Optimierung und Optimalsteuerung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Zuhilfenahme von Projektor und Beamer • elektronische Unterlagen im Netz (Skripten, Übungen usw.) • analytische Übungsaufgaben • Rechnerübungen zur Optimalsteuerung • Matlab-Beispiele zur nichtlinearen Optimierung
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 44980 Plasmatechnik

2. Modulkürzel:	060500119	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	7	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Georg Heinrich Herdrich
9. Dozenten:	Georg Heinrich Herdrich Stefan Löhle Christian Sleziona
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Nach diesem Modul haben die Studierenden einen Überblick bezüglich der terrestrischen und raumfahrtbezogenen Anwendungsgebiete der Plasmatechnologie. Über das Verständnis der Plasmaströmungen hinausgehend, kennen die Studierenden terrestrische Plasmaanwendungen und die hierfür relevanten Plasmasysteme. Mit der Kenntnis der Funktion der Plasmasysteme und von Zweiphasenströmungen erkennen die Studierenden die Komplexität der Plasmaanwendungen und sind in der Lage, Einordnungen und Interpretationen für die technischen Anwendungen sowie den zugehörigen Plasmasystemen zu erbringen. Schließlich haben sie auch einen vertieften Überblick über die typischen Messverfahren, die zur Charakterisierung dieser hochenergetischen Strömungen eingesetzt werden.
13. Inhalt:	• Messverfahren für hochenthalpe Strömungen: Einleitung, Grundlagen der Messtechnik (Druck, Temperatur, Massenflüsse, Strahlung, etc.), Mechanische Sonden für hochenergetische Strömungen (Totaldruck-, Wärmestromdichte-, Enthalpiesonden), Massenspektrometrie, Langmuirsonden, aktive und passive spektroskopische Verfahren (Pyrometrie, Radiometrie, Emissionsspektroskopie, Laserdiagnostik, etc.). • Plasmaströmungen für Raumfahrtanwendungen: Grundlagen der Gasentladung, Plasmaeigenschaften, Erhaltungssätze für mehrkomponentiges Plasma, Relaxationszeiten (Reaktionen, Temperatur und Drift), Plasmaschwingungen, Ohmsches Gesetz für Plasmen, Plasmagrenzschicht, Magnetohydrodynamik, Erzeugung von Laborplasmen. • Plasmaverfahren für industrielle Prozesse: Einführung und Grundlagen, geschichtlicher Überblick, Industrielle Anwendung von Gleichstromplasmaquellen, Zweiphasenströmungen, Gleichstromplasmaquellen, gepulste Plasmaquellen, induktive und dielektrische Plasmaquellen, industrielle Anwendung induktiver Plasmaquellen, Mikrowellenplasmaquellen, Barriereentladungen u. Laserprozesse.
14. Literatur:	Umdrucke, Vorlesungsaufschrieb, Folien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449801 Vorlesung Messverfahren für hochenthalpe Strömungen • 449803 Vorlesung Plasmaströmungen für Raumfahrtanwendungen

	• 449804 Vorlesung Plasmaverfahren für industrielle Prozesse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Messverfahren für hochenthalpe Strömungen, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 32 h) Messverfahren für hochenthalpe Strömungen, Praktikum: 30 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 16 h) Plasmaströmungen für Raumfahrtanwendungen, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Plasmaverfahren für industrielle Prozesse, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 270 h (Präsenzzeit 98 h, Selbststudium 172 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44981 Plasmatechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 44990 Profilentwurf

2. Modulkürzel:	060110141	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Thorsten Lutz
9. Dozenten:	Thorsten Lutz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Besuch der Lehrveranstaltungen des Moduls "Aerodynamik und Flugzeugentwurf I" (060101001)
12. Lernziele:	• Die Studierenden können Profilpolaren lesen und interpretieren und kennen den Einfluss wesentlicher geometrischer und aerodynamischer Parameter auf die Polaren. • Sie wissen wie sich durch Änderungen der Druckverteilung am Profil die aerodynamischen Eigenschaften beeinflussen lassen, zum Beispiel im Hinblick auf die Laminarhaltung oder die Vermeidung von Ablösungen. • Sie kennen die wesentlichen Grundlagen und Anwendungsgrenzen eines Programms zum inversen Entwurf von Profilen und können das Programm zur zielgerichteten Entwicklung von Profilen für vorgegebene Aufgaben anwenden.
13. Inhalt:	• Reibungsfreie und reibungsbehaftete Profilumströmung • Lesen und Interpretieren von Profilpolaren • Laminare und turbulente Profilgrenzschichten, Grenzschichtumschlag, laminare Ablöseblasen • Grundlagen und Anwendung eines Profilentwurfsprogramms • Auslegung von Laminarprofilen durch Gestaltung der Druckverteilung (laminarer Profilteil, Hauptdruckanstieg, Umschlagsrampen, Abbau von Saugspitzen)
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Profilentwurfsprogramm R. Eppler: Airfoil design and data
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 449904 Individuelle Anleitung zum Profilentwurf • 449903 Seminar Profilentwurf • 449902 Gruppenübung Profilentwurf • 449901 Vorlesung Profilentwurf
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Profilentwurf, Vorlesung: 32 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 18 h) Profilentwurf, Gruppenübungen: 12 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 5 h) Profilentwurf, Seminar: 46 h (Präsenzzeit 21 h, Selbststudium 25 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 58 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44991 Profilentwurf (BSL), Sonstige, 20 Min., Gewichtung: 1

	benoteter Seminarvortrag (20 Minuten)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Programmanwendungen
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 45000 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren

2. Modulkürzel:	060120132	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über DG-Verfahren und verschiedene Implementierungsstrategien. Sie besitzen Kenntnis über die einzelnen nötigen Bausteine und können diese implementieren. Zudem haben sie eine Vorstellung über den allgemeinen Programmablauf.
13. Inhalt:	Es werden die wichtigsten Bausteine und Operatoren des DG-Verfahrens hergeleitet, implementiert und zur Verfügung gestellt. Besonderer Fokus liegt auf der Beurteilung der Effizienz verschiedener Varianten. Jeder Studierende erhält eine Programmieraufgabe im Kontext von DG-Verfahren welche mit einer beliebigen Programmiersprache umgesetzt werden soll.
14. Literatur:	Ein Skript wird zur Verfügung gestellt. Ein dokumentierter Code wird zur Verfügung gestellt. "Nodal Discontinuous Galerkin Methods von Jan Hesthaven und Tim Warburton "Implementing Spectral Methods for Partial Differential Equations von David Kopriva Weitere Lehrbücher werden in der Vorlesung angegeben
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450001 Vorlesung Programmierung von Disontinuous Galerkin Verfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45001 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

Modul: 45020 Raumfahrtinstrumente

2. Modulkürzel:	060500111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Ralf Srama
9. Dozenten:	Ralf Srama Volker Liebig
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen die Grundlagen der Weltraumsensorik und haben einen Überblick über optische Instrumente. Sie können verschiedene in-situ Techniken benennen und Spektrometer charakterisieren. Sie können das wissenschaftliche Potential von Instrumenten bewerten und sind in der Lage, die verschiedenen Messtechniken zu beschreiben. Sie wissen die Grundlagen der physikalischen Methoden der Sensorik. Die Studierenden kennen die wesentlichen Anwendungssatelliten der Erdbeobachtung, ihren Einsatzbereich und ihre Sensorik. Die Studierenden wissen die Grundlagen der IR Beobachtung (SOFIA) und die Möglichkeiten und Grenzen der UAV Beobachtungstechnik. Sie kennen die Betriebsbedingungen von erdnahen Beobachtungstechniken bis zu interplanetaren Missionen.
13. Inhalt:	
14. Literatur:	Principles of Space Instrument Design, A. M. Cruise et al., Cambridge Univ. Press, 1998, Vortragsfolien zu Vorlesungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450201 Vorlesung Satelliteninstrumente • 450202 Übung Satelliteninstrumente • 450203 Vorlesung Anwendungssatelliten • 450204 UAV-Seminar
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Satelliteninstrumente, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 32 h), Satelliteninstrumente, Übungen: 30 h (Präsenzzeit: 7 h, Selbststudium: 23 h), Anwendungssatelliten: 60 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 32 h), UAV-Seminar:30 h (Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium: 16 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit: 77 h, Selbststudium: 103 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45021 Raumfahrtinstrumente (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 45030 Raumfahrttechnik II

2. Modulkürzel:	060500101	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	8	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Stefan Schlechtriem Georg Heinrich Herdrich Michael Lengowski
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen fortgeschrittenen Überblick über die wichtigsten ingenieurwissenschaftlichen Themen der Raumfahrttechnik vom Start, dem Einsatz im Weltraum bis zum Wiedereintritt von Raumflugkörpern. Für chemische Raumfahrtantriebe können Sie die Betriebszyklen von Raketentriebwerken unterscheiden sowie interpretieren und kennen den Einfluss wesentlicher Geometrie-, Treibstoff- und Prozessparameter auf ihre Leistung. Sie wissen, wie sich durch Änderungen der Treibstoffkombination die Triebwerkseigenschaften beeinflussen lassen, z.B. im Hinblick auf die Treibstoffförderung und -aufbereitung, die Zündung oder die Verbrennung. Sie kennen die wesentlichen Komponenten und Leistungskennzahlen eines Triebwerks und können die Komponenten für vorgegebene Betriebszyklen und Triebwerksleistungen auslegen. Für Kleinsatelliten verfügen die Studierenden über das grundlegende Wissen für die Entwicklung, den Bau und die Verifikation. Sie kennen die Potentiale und Grenzen kleiner Satelliten. Weiterhin verfügen die Studenten über die Fähigkeit zur Auslegung der Nutzlast und des Satellitenbusses. Dies umfasst detaillierte Kenntnisse über die Satellitenstruktur, das Thermalsystem, das Lageregelungssystem sowie die Satellitenelektronik. Für den Wiedereintritt haben die Studierenden einen vertieften Überblick über die wesentlichen Technologien, die beherrscht werden müssen. Sie kennen die relevanten Missionen und diskutierten Missionsszenarien sowie die technologischen Herausforderungen, insbesondere für Hitzeschutzsysteme, die relevanten Materialien und deren Eigenschaften. Sie wissen, wie derartige Eigenschaften in Bodentestanlagen und durch den Einsatz von verschiedenen Messsystemen im realen Flug untersucht sowie qualifiziert werden.
13. Inhalt:	• Chemische Raketenantriebe I: Triebwerksprozesse und -komponenten, Treibstoffarten und -förderung , Einspritzung und Aufbereitung, Zündung, Umsetzung und Instabilitäten, Wärmelasten und Kühlung, Wandmaterialien und Bauweisen, Düsenströmung, Betriebszyklen von Triebwerken

	• Kleinsatellitenentwurf Vorlesung:Grundlagen der Kleinsatellitenentwicklung,Strukturen, Thermalkontrollsystem, Lageregelungssystem, elektrische Architekturen und Leistungselektroniken für Kleinsatelliten, Einführung in das Projektmanagement, Systeme anhand von Satellitenbeispiele, Orbitanalysen, thermische und mechanische Analyse • Wiedereintrittstechnologie: Trajektorien, De-orbit-Manöver, Missionen und Fahrzeugkonzepte, Konzepte für Thermalschutzsysteme, Wesentliche Eigenschaften der Wiedereintrittsplasmen, Bodentestanlagen , Ausgewählte Instrumentierungen für Wiedereintrittskörper
14. Literatur:	Skripte zu Vorlesungen, ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450301 Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe I • 450302 Übung Chemische Raumfahrtantriebe I • 450303 Vorlesung Kleinsatellitenentwurf • 450304 Übung Kleinsatellitenentwurf • 450305 Vorlesung Wiedereintrittstechnologie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Chemische Raumfahrtantriebe I, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 28 h,Selbststudium: 32 h) Chemische Raumfahrtantriebe I, Übungen: 30 h (Präsenzzeit: 14 h,Selbststudium: 16 h) Kleinsatellitenentwurf, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Wiedereintrittstechnologie, Vorlesung 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62h) Gesamt: 270 h (Präsenzzeit: 112 h, Selbststudium: 158 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45031 Raumfahrttechnik II (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Chemische Raumfahrtantriebe (33,3%): schriftlich 60 Min. Kleinsatellitenentwurf (33,3%): schriftlich 60 Min. Wiedereintrittsmissionen (33,3%): schriftlich 60 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 45040 Raumsonden

2. Modulkürzel:	060500123	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Alfred Krabbe
9. Dozenten:	Alfred Krabbe et al.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten lernen eine Reihe von typischen astronomischen Satellitenmissionen kennen. Sie verstehen deren wissenschaftliche Zielsetzung, sowohl im planetaren Rahmen, in der Galaxis und darüber hinaus im größeren Universum. Sie lernen die Auswirkung der konkreten wissenschaftlichen Missionsziele auf die Auslegung der individuellen Missionen abzuschätzen. Sie lernen dabei den Systemaspekt wissenschaftlicher Missionen kennen, bei denen viele Systemgruppen erfolgreich zusammenwirken. Die Studenten lernen aktuelle astronomische Messverfahren und Beobachtungstechniken am Boden und auf Satelliten kennen sowie deren technische und technologische Umsetzung. Sie lernen mit solchen Missionen erzielte Ergebnisse und deren Bedeutung für die astronomische und planetare Forschung exemplarisch kennen.
13. Inhalt:	Überblick über das Sonnensystem Überblick über astronomische Forschungsthemen Überblick über wissenschaftliche Missionsziele interplanetarer Missionen Überblick über die Gründe für astronomische Satellitenmissionen Vorstellung konkreter Sonden für interplanetare Missionen Vorstellung verschiedener Astronomiesatelliten Diskussion der Randbedingungen und des Layouts verschiedener Missionen Missionskritische Technologien Vorstellung beispielhafter wissenschaftliche Ergebnisse
14. Literatur:	Skripte zur Vorlesung, ergänzende Vortragsfolien Lecture notes, complementary slides
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450402 Vorlesung Astronomiemissionen • 450401 Vorlesung Planetenmissionen

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Planetenmissionen: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Astronomiemissionen: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45041 Raumsonden (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugastronomie und Extraterrestrische Raumfahrtmissionen

Modul: 45050 Regelung von Gasturbinen

2. Modulkürzel:	060400115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Dr. Annette Nielsen
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden verstehen die notwendigen Grundlagen für die Regelung von Gasturbinen • Die Studierenden verstehen die Anforderungen an die Regelung von Gasturbinen. • Die Studierenden verstehen die speziellen Anforderungen an Fluggasturbinen • Die Studierenden kennen und verstehen das Regelungssystem fliegender Gasturbinen. • Die Studierenden verstehen den Einfluss des Betriebsverhaltens auf die Regelung. • Die Studierenden verstehen die Schnittstelle zur Avionik.
13. Inhalt:	Kurze Wiederholung Grundlagen Regelungstechnik Anforderungen an die Regelung von Behörden und Betreibern Aufgaben der Regelung Wichtigste Regelkreise Verwendete Messtechnik Schnittstelle zur Avionik
14. Literatur:	Kulikov G., Thompson H.: Dynamic Modelling of Gas Turbines Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450501 Vorlesung Regelung von Gasturbinen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45051 Regelung von Gasturbinen (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45060 Reibungsbehaftete Hyperschallströmung

2. Modulkürzel:	060110126	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Reibungsfreie Hyperschallströmung empfohlen
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die durch Reibung verursachten Phänomene und Probleme beim Reichweiten- und Kurzzeit- Hochgeschwindigkeitsflug zu verstehen und Auslegungen vornehmen zu können.
13. Inhalt:	Grenzschichtgleichungen, 2. Viskosität, laminare Platten-, Kegel-, Staupunktgrenzschicht (Reibungsbeiwert, Stantonzahl, Reynoldsanalogie), turbulente Platten-, Kegelgrenzschicht, Referenztemperaturmethode, Laminar- turbulente Transition (Szenarien, Theorien, Vorhersage), Viskose Interaktion, Hochtemperatureffekte (Molekül-Vibration, Dissoziation, Nicht-/Gleichgewicht, Wärmestrom)
14. Literatur:	Skript, weitere Lektüre (Bücher): Anderson: Hypersonic and High-Temperature Gas Dynamics, AIAA Education; and Modern Compressible Flow, McGraw-Hill; Hirschel: Basics of Aerothermodynamics, Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450601 Vorlesung Reibungsbehaftete Hyperschallströmung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45061 Reibungsbehaftete Hyperschallströmung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung 20 min. in deutsch oder englisch, Prüfungsdatum: nach Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in deutsch, beides in englisch in Vorbereitung, spätestens WS18 in englisch, Kurssprache deutsch, englisch
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 45070 Reibungsfreie Hyperschallströmung

2. Modulkürzel:	060110125	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehregrundkurse mit Überschallströmungen erforderlich
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die reibungsfreien Phänomene und Probleme beim Reichweiten- und Kurzzeit-Hochgeschwindigkeitsflug zu verstehen und Auslegungen vornehmen zu können.
13. Inhalt:	Übersicht: Flugkörperformen, aerodynamische und thermische Belastung; Stoß-/Expansionsbeziehungen im Hyperschalllimit, Wellenreiterprinzip, Druckbeiwertbedeutung und-bestimmung (Newton-Theorie), Ähnlichkeit (Tsien-Parameter), konische axisymmetrische Strömung (Taylor-Maccoll-Gl.), elliptischer Kegel /Querströmungseffekte, Entropieschichten, Strömungsfeldberechnung: Prinzip Raum-/Zeitschrittverfahren, Hochtemperatureffekte
14. Literatur:	Skript, weitere Lektüre (Bücher): Anderson: Hypersonic and High-Temperature Gas Dynamics, AIAA Education; Modern Compressible Flow, McGraw-Hill; Hirschel: Basics of Aerothermodynamics, Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450701 Vorlesung Reibungsfreie Hyperschallströmung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45071 Reibungsfreie Hyperschallströmung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung 20 min. in deutsch oder englisch, Prüfungsdatum: nach Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in deutsch, beides in englisch in Vorbereitung, spätestens WS18 in englisch, Kurssprache deutsch, englisch
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 45090 Robuste Regelung

2. Modulkürzel:	060200115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Regelung und Systementwurf, Modul 060200110
12. Lernziele:	• Die Studierenden sind in der Lage, anhand des Frequenzgangs die Eigenschaften eines Regelkreises zu beurteilen. • Die Studierenden sind in der Lage, die Unsicherheiten des Streckenmodells systematisch zu beschreiben. • Die Studierenden sind in der Lage, Regelkreise auf robuste Stabilität und robuste Regelqualität hin zu prüfen und robuste Regler zu entwerfen.
13. Inhalt:	• Störeinflüsse und Übertragungsfunktionen im Regelkreis, Beurteilung eines Regelkreises anhand des Frequenzgangs • Analyse linearer Mehrgrößensysteme mithilfe von Singulärwertdiagrammen • Beschreibung strukturierter und unstrukturierter Modellunsicherheiten, Kriterien für robuste Stabilität und robuste Regelqualität • H-Unendlich-Regelung • mue-Analyse
14. Literatur:	• W. Grimm: Regelungstechnik 3, Skript • K. Müller: Entwurf robuster Regelungen, Teubner • J. Raisch: Mehrgrößenregelung im Frequenzbereich, Oldenbourg • Skogestad, S. und I. Postlethwaite: Multivariable Feedback Control, Analysis and Design, Wiley • Vortragsfolien und Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450901 Vorlesung Robuste Regelung • 450902 Übung Robuste Regelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Robuste Regelung, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Robuste Regelung, Übung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h)

	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45091 Robuste Regelung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Zuhilfenahme von Projektor und Beamer • Matlab-Beispiele • elektronische Unterlagen im Netz • Vortragsübungen
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45100 Satellitenbetrieb

2. Modulkürzel:	060500117	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Christoph Nöldeke Jens Eickhoff
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Satellite Communication (in englischer Sprache): • Die Studierenden besitzen einen Überblick über die gängisten Satellitenkommuniktionssysteme • Sie verfügen über die Fähigkeit der Auslegung eines Kommunikationssystems für Satelliten • Sie kennen das Basiswissen der Kodierung und Dekodierung von Signalen • Die Studierenden kennen die Techniken der Antennenauslegung • Sie erhalten das Basiswissen über die Satellitenkontrolle und die Beschaffenheit des Bodensegments Onboard Computers, Onboard Software und Satellite Operations: • Die Studierenden werden eingeführt in die Hardwaretechnologie von Onboardcomputern, insbesondere für Satelliten und Sonden • Sie erlernen Softwaredesign und Entwicklungsmethodik moderner Onboardsoftware • Sie erhalten einen grundlegenden Einblick in die dynamische SW Interaktion mit der Satelliten Hardware. • Das Basiswissen und grundlegende Betriebskonzepte für das Operations von Satelliten und Sonden vom Boden werden vermittelt • Die Studierenden erhalten eine Einführung in international gebräuchliche Satellitenkommunikations- und Servicestandards wie CCSDS und PUS. Praktikum zum Raumflugbetrieb • Die Studierenden verfügen über das Basiswissen des bodenseitigen Betriebs von Satelliten.
13. Inhalt:	Satellite Communication (in englischer Sprache): • Einteilung der Satellitenkommunikationssysteme und Organisation des Kommunikationsgeschäftes • Konvektivität und Abdeckung von Kommunikationssystemen • Grundlagen der Wellenform, Zugriffspläne, Linkbudgets, digitale Satellitenkommunikationsverbindungen und Antennen

	• Kommunikationsnutzlast und EMV-Problematik • Technologie des Bodensegments und der Satellitenkontrolle • Überblick über Software Defined Radio und Amateurfunk Onboard Computers, Onboard Software und Satellite Operations: • Technologie von Onboardcomputern, insbesondere für Satelliten und Sonden. • Technologie und Entwicklungsmethodik moderner Onboardsoftware und Design der Software Interaktion mit der Satelliten Hardware. • Operations von Satelliten und Sonden vom Boden • Zugehörige Techniken der Satellitenbedienung im Nominal- und Fehlerfall • Datenprotokolle und Servicearchitektur zu Satellitenkommandierung und Telemetrieübertragung
14. Literatur:	Lehrbücher: Jens Eickhoff: Onbord Computers, Onboard Software and Satellite Operations, Springer, 2011, ISBN 978-3-642-25170-2 Christoph M. Nöldeke: 'Satellite Communications' MV-Wissenschaft, Münster, 2012, ISBN 978-3-86991-401-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451001 Vorlesung Satellitenkommunikation • 451002 Vorlesung Onboard Computers, Onboard Software & Satellite Operations • 451003 Praktikum zum Raumflugbetrieb
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Satellitenkommunikation, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Onboard Computers, Onboard Software und Satellite Operations, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45101 Satellitenbetrieb (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Mündlich, 2 x 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 45120 Satellitennavigation

2. Modulkürzel:	062100001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alfred Kleusberg
9. Dozenten:	Doris Becker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden der Satellitennavigation. Sie können Fehlerquellen bei der Satellitennavigation benennen, deren Größenordnung abschätzen und wissen, mit welchen Methoden sie verringert oder eliminiert werden können.
13. Inhalt:	Funktionsprinzip des Satellitennavigationssystems GPS umfasst: zugehörige Bezugssysteme (WGS84, ITRFxx), Zeitsysteme, Satellitenbahnen - Erweiterung der ungestörten Keplerbewegung auf gestörte Keplerbewegung (osculierende Keplerelemente, Störeinflüsse (Art und Größe)), Berechnung der Satellitenposition, Darstellung und Übertragung der Orbitparameter (Broadcast-Ephemeriden, Almanach), Präzise Ephemeriden, Konstellation, Signalaufbau: Träger, Codes, Message, zur Wahl der Wellenlänge des Trägers, Modulation, Generierung und Eigenschaften von PRN-Codes, Korrelationsverhalten der Codes, Ausbreitung der GPS-Signale (Maxwells Gleichungen, Refraktivität, dispersive Medien, Gruppengeschwindigkeit,...), Beschreibung der ionosphär. und troposphär. Refraktion (Appleton-Harttree-Formel, Smith- und Weintraub-Formel), Korrekturmodelle für Refraktion (TECValues, Klobuchar Modell, Hopfield-Modell), Modellierung weiterer Fehlereinflüsse auf die Messung (Uhrenfehler, Bahnfehler), Aufgaben des Empfängers, Signalidentifizierung, Prinzip der Laufzeitmessung, Unterscheidung von Signalen, Empfängerdesign, Modellbildung für Pseudostrecken, Positionierung mit Auswertung der Codeinformation, NMEA: Standard-Format für die Navigation, Differentielle Techniken (SAPOS, GBAS, SBAS), Analyse von Korrekturdaten (Arten, Übertragung, Formate: RTCM, RTCA)

14. Literatur:	Online-Skript, IS-GPS-200D
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451201 Vorlesung Satellitennavigation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenszeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45121 Satellitennavigation (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PPT-Präsentation
20. Angeboten von:	Navigation

Modul: 45130 Satellitenregelung

2. Modulkürzel:	060200118	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	-
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die wichtigsten Regelungssysteme für Satelliten. • Die Studierenden sind in der Lage, das Regelungssystem in den sys-temtechnischen Rahmen einzuordnen, der durch den Satellitenentwurf und die Missionsaufgabe gegeben ist. • Die Studierenden kennen grundlegende Verfahren und Algorithmen zur Bewegungsbestimmung (Navigation) und zur Lage-, Drall- und Bahnregelung von Satelliten, und zwar in Abhängigkeit des Betriebszustandes des Satelliten.
13. Inhalt:	• Systemtechnische Grundlagen: Missionsbeispiele, Entwurfsprozess, Störungen, Systemtypen, Hardware-Komponenten, Regeln für den Systementwurf • Satellitenmodell: Bahn- und Lagebewegung eines Starrkörper-Satelliten, Gyrostat, Drall, Drallradmodelle, Gravitationseffekte • Verfahren zur Lagebestimmung und Drehratenbestimmung • Spinstabilisierung: Modelle und Regelung • 3-achsige Lagestabilisierung: Vorgehen mit internen und externen Stellgrößen, nichtlineare Lageregelungsverfahren, lineare Lageregelungsverfahren, Regelung des Gesamtdralls und des Raddralls

	• Bahnbestimmung mit GPS: Messprinzip und Rohdatenerzeugung, Be-stimmung der Position und Zeit, Bestimmung der Geschwindigkeit und Uhrendrift
14. Literatur:	W. Fichter, Spacecraft Dynamics, Navigation, and Control, Lecture Notes, Institut für Flugmechanik und Flugregelung, 2008 J. Wertz, Spacecraft Attitude Determination and Control ,Kluwer B. Wie, Space Vehicle Dynamics and Control, AIAA Series M. Kaplan, Modern Spacecraft Dynamics and Control, Wiley M. Sidi, Spacecraft Dynamics and Control, Cambridge
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451301 Vorlesung Satellitenregelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Satellitenregelung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45131 Satellitenregelung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Zuhilfenahme von Projektor und Beamer, elektronische Unterlagen im Netz
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45140 Schätzverfahren

2. Modulkürzel:	060200117	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen Überblick, welche praxisrelevanten Problemstellungen auf Schätzaufgaben führen. Die Studierenden beherrschen die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Die Studierenden beherrschen die Grundbegriffe der stochastischen Prozesse. Die Studierenden kennen die Eigenschaften von Systemen mit Eingängen in Form stochastischer Prozesse. Die Studierenden kennen die wichtigsten linearen Parameterschätzverfahren und deren statistische Eigenschaften. Die Studierenden sind in der Lage, Schätzaufgaben mithilfe von Matlab zu lösen. Die Studierenden kennen die fachlichen Querverbindungen zu linearen Filterverfahren und numerischer Parameteroptimierung.
13. Inhalt:	praktische Anwendungsbeispiele für Schätzaufgaben Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik Grundbegriffe der stochastischen Prozesse und ihr Zusammenspiel mit linearen Systemen lineare Parameterschätzverfahren (Verfahren der kleinsten Quadrate und der minimalen Varianz, Maximum Likelihood Methode) Umsetzung von Schätzverfahren mit Matlab
14. Literatur:	• Fichter, W., King, F.: Schätzverfahren. Skript zum gleichnamigen Seminar, Institut für Flugmechanik und Flugregelung, Universität Stuttgart, 2010. • Mendel, J.M.: Lessons in Estimation Theory for Signal Processing, Communications and Control. Prentice Hall, 1995. • Crassidis, J.L., Junkins, J.L.: Optimal Estimation and Dynamic Systems. Chapman und Hall / CRC, 2004. • Unbehauen, H.: Regelungstechnik 3, Vieweg, 2000.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451401 Seminar Schätzverfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45141 Schätzverfahren (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 schriftliche Ausarbeitung mit Präsentation über ein spezielles Thema aus den Schätzverfahren

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:	Zuhilfenahme von Projektor und Beamer, elektronische Unterlagen im Netz
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45150 Schätzverfahren und Flugmesstechnik

2. Modulkürzel:	060200119	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter Arne Altmann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Schätzverfahren** Die Studierenden haben einen Überblick, welche praxisrelevanten Problemstellungen auf Schätzaufgaben führen. Die Studierenden beherrschen die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Die Studierenden beherrschen die Grundbegriffe der stochastischen Prozesse. Die Studierenden kennen die Eigenschaften von Systemen mit Eingängen in Form stochastischer Prozesse. Die Studierenden kennen die wichtigsten linearen Parameterschätzverfahren und deren statistische Eigenschaften. Die Studierenden sind in der Lage, Schätzaufgaben mithilfe von Matlab zu lösen. Die Studierenden kennen die fachlichen Querverbindungen zu linearen Filterverfahren und numerischer Parameteroptimierung. **Flugmesstechnik** Die Studierenden sind in der Lage, einen Flugversuch für ein Flugzeug der Allgemeinen Luftfahrt (General Aviation) zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Außerdem sollen sie ihre Ergebnisse in einem schriftlichen Bericht und in einem Vortrag übersichtlich und aussagekräftig darstellen können.
13. Inhalt:	**Schätzverfahren** praktische Anwendungsbeispiele für Schätzaufgaben Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik Grundbegriffe der stochastischen Prozesse und ihr Zusammenspiel mit linearen Systemen lineare Parameterschätzverfahren (Verfahren der kleinsten Quadrate und der minimalen Varianz, Maximum Likelihood Methode) Umsetzung von Schätzverfahren mit Matlab **Flugmesstechnik** Grundlagen: Hintergründe zu den Messflügen, Erfassung von Messgrößen, Instrumentierung eines Flugzeuges, Flugleistungen. Einführung in das Experimentalflugzeug: Systeme, Flugleistung, Instrumentierung mit zentraler Datenerfassungsplattform. Vorbereiten und Durchführen eines Messfluges: Erstellen eines individuellen Messprogramms, Ausarbeitung der zugehörigen

	FlightCards, Durchführung der Flugmesskampagne mit Piloten, Messdatenauswertung und Erstellen eines Ergebnisberichtes.
14. Literatur:	• Fichter, W., King, F.: Schätzverfahren. Skript zum gleichnamigen Seminar, Institut für Flugmechanik und Flugregelung, Universität Stuttgart, 2010. • Mendel, J.M.: Lessons in Estimation Theory for Signal Processing, Communications and Control. Prentice Hall, 1995. • Crassidis, J.L., Junkins, J.L.: Optimal Estimation and Dynamic Systems. Chapman und Hall / CRC, 2004. • Unbehauen, H.: Regelungstechnik 3, Vieweg, 2000. • Skript zur Vorlesung • European Aviation Safety Agency: "Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes CS-23 • Edward A. Haering, Jr.: Airdata Measurement and Calibration
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451501 Seminar Schätzverfahren • 451502 Seminar Flugmesstechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Schätzverfahren: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium 62 h) Flugmesstechnik: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 (Präsenzzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45151 Schätzverfahren und Flugmesstechnik (PL), Schriftlich und Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Schätzverfahren: Zuhilfenahme von Projektor und Beamer, elektronische Unterlagen im Netz, Flugmesstechnik: PowerPoint-Präsentation, Tafel, Experimentalflugzeug
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 45160 Seminar Entwurfssprachen

2. Modulkürzel:	060600106	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Hans Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden können eigene Ansätze und Implementierungen von Entwurfssprachen vornehmen und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Variantenbildung innerhalb einer Produktfamilie kritisch abschätzen. Hierzu werden von den Studierenden für einzelne Produktfamilien selbst Entwurfssprachen mit zugehörigen Algorithmen und Datenstrukturen erstellt und vergleichend untersucht.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen Ansätze, Methoden und Vorgehensweisen bekannter klassischer Algorithmen und Datenstrukturen kennen und analysieren. Hierzu gehören folgende Themen: - Wissensrepräsentation in Entwurfssprachen (Aufbau von Bibliotheken und Ontologien) - Wissensverarbeitung in Entwurfssprachen (Auswahl des passenden Programmierparadigma (prozedural, deklarativ, regelbasiert, objektorientiert) für die jeweilige Entwurfsaufgabe - Erstellung von Prozeßketten unter Einbeziehung von OpenSource Paketen: - OpenCascade (CAD), Gmesh (Vernetzung), OpenFoam (CFD), CodeAster (FEM), ... oder kommerziellen Analyseprogrammen für CAD, MBS, CFD, usw. Entwicklung von produktspezifischen Entwurfsalgorithmen und Verfahren - Optimierung (Design of Experiments, , ...) - Packaging-Algorithmen (Heuristiken, ...) - Routing-Algorithmen (Heuristiken, ...) - Vollständigkeit, Validierung und Verifikation von Entwurfssprachen - usw.
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Skiena, The Algorithm Design Manual Ottmann, Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen Sedgewick, Algorithms. Schöning: Ideen aus der Informatik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451601 Seminar Konzeption von Algorithmen, Datenstrukturen und Entwurfssprachen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	45161 Seminar Entwurfssprachen (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 45180 Methoden der Sicherheitsanalyse

2. Modulkürzel:	060900122	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Björn Annighöfer
9. Dozenten:	Björn Annighöfer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Der Teilnehmer kann formale Sicherheitsnachweise einfacher Systeme durchführen.
13. Inhalt:	Methoden und Werkzeuge des formalen Sicherheitsnachweises. - Einführung - Wahrscheinlichkeitsrechnung - Ausfallmodellierung -- Komponentenausfall ohne Reparatur -- Komponentenausfall mit Reparatur -- Doppelfehler - Methoden der Sicherheitsanalyse -- Dependency Diagramme -- Markov-Analyse -- Fehlerbaum-Analyse -- Fehler-Mode und Effektanalyse - Angewandte Sicherheitsanalyse
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451801 Vorlesung Methoden der Sicherheitsanalyse
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45181 Methoden der Sicherheitsanalyse (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung (Bei hoher Teilnehmeranzahl abweichend schriftlich)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Anschriebe und Demonstrationen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 45190 Softwaretechnik

2. Modulkürzel:	060600101	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die Prinzipien der Model-Driven Architecture/des Model- Driven Engineering kennen und einzuschätzen. Hierzu werden die Leistungsfähigkeit moderner objektorientierter Prinzipien und Sprachen (JAVA, UML, SysML) zur Definition und Implementierung von Software und Systemen vergleichend dargestellt und untersucht.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen Software und Systeme anhand objektorientierter Prinzipien zu beschreiben, zu modellieren und zu implementieren. Diese Fähigkeit wird anhand der Darstellung verschiedener objektorientierter Sprachen für die Programmierung von Software (in UML und JAVA) und der Modellierungvon Systemen (in UML und SysML) vermittelt. Der Einsatz der objektorientierten Methoden wird an verschiedenen Beispielen illustriert, vermittelt und geübt. Analyse der digitalen Darstellungen wichtiger Ingenieuraspekte (z.B. Geometrie als B-Rep oder CSG) und sich daraus ergebenden Konsequenzen für Interfaces in andere Ingenieuranwendungen (CAD , CAD, CAD , FEM, etc.).
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: JAVA ist nur eine Insel (online verfügbar) Uhlenbohm, Chr.: JAVA ist mehr als eine Insel, Gallileo Press, 2012. Gamma, E., Helm, R, Johnson, R. und Vlissides, J.: Entwurfsmuster. Addison Wesley, 2004. Freeman, E. and Freeman, E.: Head First Design Patterns. O'Reilly, 2004. Weilkins, T.: Systems Engineering with SysML/UML. Dpunkt Verlag, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 451901 Vorlesung Softwaretechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45191 Softwaretechnik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 45200 Sonderkreisläufe und Gasturbinenprozesse

2. Modulkürzel:	060400112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Klaus Kuhn
9. Dozenten:	Klaus Kuhn Hartmut Griepentrog
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden können die Besonderheiten des Gasturbinenprozesses sowie von ausgewählten Sonderkreisläufen erklären. • Die Studierenden verstehen verschiedene Wirkungsgraddefinitionen und deren Auswirkung auf die Kreislaufoptimierung. • Die Studierenden verstehen den Einfluss wichtiger Prozessparameter inklusive Kühlung und Materialwahl. • Die technische Umsetzung der Prozesse kann abgeschätzt werden. • Sonderanwendungen, der Einsatz von Turbomaschinen in regenerativen Energien, die Kombination mit anderen Prozessen kann beurteilt werden. • Die Studierenden verstehen die Herausforderungen bei der Anlagenoptimierung auch vor dem Hintergrund des Betriebsverhaltens. • Der Einfluss des Arbeitsmediums ist bekannt. • Die Studierenden verstehen die speziellen Fragestellungen bei der Miniaturisierung von Anlagen.
13. Inhalt:	Gasturbinenprozesse: Begriffsdefinition, Carnotprozess, Jouleprozess, Ericsonprozess Wirkungsgraddefinitionen Kreislaufoptimierung Einfluss der Prozessparameter Kombination von Prozessen Einsatzgebiete Technische Realisierung Sonderkreisläufe: Sonderanwendungen von Turbomaschinen Turbomaschinen und regenerative Energien Anlagenoptimierung Betriebsverhalten Einfluss des Gases (ideal, real, verschiedene Gase) Beispiel: LNG Verdampfung Miniaturisierung von Strömungsmaschinen Skalierung der Miniaturmaschinen

14. Literatur:	Fister W.: Fluidenergiemaschinen, Band I, Band II Springer Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452001 Vorlesung Gasturbinenprozesse • 452002 Vorlesung Sonderkreisläufe
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gasturbinenprozesse, Vorlesung: 46 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 32 h) Sonderkreisläufe, Vorlesung: 44 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 30 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45201 Sonderkreisläufe und Gasturbinenprozesse (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45210 Strömungsmesstechnik

2. Modulkürzel:	060110162	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Wuerz
9. Dozenten:	Uwe Gaisbauer Werner Wuerz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die einschlägige Strömungsmesstechnik sowie die Messverfahren und die zugehörigen Versuchsanlagen. Sie sind in der Lage Messaufnehmer und Messsonden sowie digitale Datenerfassung einzusetzen
13. Inhalt:	Grundlagen der Strömungsmesstechnik und zugehöriger Datenerfassung sowie digitaler Signalaufbereitung, Messverfahren im Hinblick auf Kraftmessungen, Druckmessungen, Temperaturmessungen, Schubspannungsmessung, Geschwindigkeits- und Richtungsmessungen, optische Strömungsmessverfahren, Aufbau und Funktionsweise von subsonischen Windkanälen und Versuchsanlagen, transsonischen, Überschall und Hyperschallwindkanälen
14. Literatur:	Skript, W. Nitsche: Strömungsmesstechnik, Springer-Verlag Berlin (1994) ISBN 3-540-54467-4 J.B. Barlow, W.H. Rae, A. Pope: Low-Speed Wind Tunnel Testing Wiley Interscience New York (1999), ISBN 0-471-55774-9
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452101 Vorlesung Strömungsversuchs- und Messtechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45211 Strömungsmesstechnik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 45220 Strömungsmesstechnik und Visualisierung

2. Modulkürzel:	060110161	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Wuerz
9. Dozenten:	Uwe Gaisbauer Werner Wuerz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die einschlägige Strömungsmesstechnik sowie die Messverfahren und die zugehörigen Versuchsanlagen. Sie sind in der Lage Messaufnehmer und Messsonden sowie digitale Datenerfassung einzusetzen. Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse der eingesetzten Verfahren und Methoden zur experimentellen Strömungsvisualisierung
13. Inhalt:	Grundlagen der Strömungsmesstechnik und zugehöriger Datenerfassung sowie digitaler Signalaufbereitung,Messverfahren im Hinblick auf Kraftmessungen, Druckmessungen, Temperaturmessungen, Schubspannungsmessung, Geschwindigkeits- und Richtungsmessungen, optische Strömungsmessverfahren, Aufbau und Funktionsweise von subsonischen Windkanälen und Versuchsanlagen, transsonischen, Überschall und Hyperschallwindkanälen, Laborversuche begleitend zu den Themenbereichen der Vorlesung, Grundlagen und Verfahren zur experimentellen Strömungsvisualisierung, Laserlichtschnittverfahren, Folgeverhalten von Tracern, Rauch/ Farbzuführungsverfahren, Wandanstrichverfahren, Infrarottechnik, optische Verfahren
14. Literatur:	Skript, W. Nitsche: Strömungsmesstechnik, Springer-Verlag Berlin (1994) ISBN 3-540-54467-4 J.B. Barlow, W.H. Rae, A. Pope: Low-Speed Wind Tunnel Testing Wiley Interscience New York (1999), ISBN 0-471-55774-9 A.J. Smits, T.T. Lim: Flow Visualisation, Imperial College Press London (2000) ISBN 1-86094-193-1
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452201 Vorlesung Strömungsversuchs- und Messtechnik • 452202 Laborseminar Strömungsversuchs- und Messtechnik • 452203 Vorlesung Strömungsvisualisierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Strömungsversuchs- und Messtechnik, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Strömungsversuchs- und Messtechnik, Labor: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Strömungsvisualisierung, Vorlesung: 45 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 31 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	45221	Strömungsmesstechnik und Visualisierung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen	

Modul: 45230 Integrierte Modulare Avionik

2. Modulkürzel:	060900013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Matthias Lehmann
9. Dozenten:	Matthias Lehmann
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Studierende haben vertiefte Kenntnisse in der IMA-Technologie. Sie können Luftfahrtsysteme auf Basis von IMA auslegen und realisieren.
13. Inhalt:	• Grundlagen der IMA Technologien • IMA Plattformkonzepte • IMA und Luftfahrtsysteme • ARINC 653 - API, Operating-System, • Entwicklung und Realisierung einer Anwendung mit dem ARINC 653 API • Signalverarbeitung und Buskommunikation mit AFDX • Auslegen und Verifikation einer Systemfunktion
14. Literatur:	Skript zum Praktikum Civil Avionics Systems (AIAA Education Series)von I. Moir, Sirona G. Knight, Ian Moir
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452301 Praktikum Integrierte Modulare Avionik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h: (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 48 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45231 Integrierte Modulare Avionik (BSL), Sonstige, 30 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsfolien, Übungsaufgabenblätter und Anschriebe
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 45260 Systemsimulation und Systemverifikation in der Satellitenentwicklung

2. Modulkürzel:	060500109	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Jens Eickhoff
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	
13. Inhalt:	
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung, Lehrbuch: Simulating Spacecraft Systems, Springer, 2009
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452601 Vorlesung Systemsimulation in der Satellitenentwicklung I • 452602 Vorlesung Systemsimulation in der Satellitenentwicklung II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Systemsimulation in der Satellitenentwicklung I: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Systemsimulation in der Satellitenentwicklung II: 90 h (Präsenzzeit: 28 h,Selbststudium: 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit: 56 h, Selbststudium: 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45261 Systemsimulation und Systemverifikation in der Satellitenentwicklung (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Prüfungsleistung(PL), Mündlich, 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PPT Präsentaionen, Tafel
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 45270 Technologie- und Dimensionierungsgrundlagen für Bauteile aus Faserkunststoffverbund (FKV)

2. Modulkürzel:	060310108	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dennis Zink
9. Dozenten:	Christof Kindervater
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis des Werkstoffverbundes Faser- Kunststoff-Verbund sowie der mikromechanischen Zusammenhänge und letztendlich der gesamten FKV-Prozesskette. Sie haben einen Überblick über gängige Faser-/Halbzeug-/Matrixsysteme. Sie kennen die Anwendung von fasergerechten Fertigungsverfahren und Prüfmethoden und die Methoden zum Entwurf und zur Dimensionierung von Laminaten (Klassische Laminattheorie (CLT), Versagenshypothesen). Die Studierenden sind in der Lage Krafteinleitungen vorzudimensionieren.
13. Inhalt:	• Einführung in die FKV (Historie, Analogien zur Natur, Marksituation) • Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Branchen • Fasern/Halbzeuge/Matrices • Duromere und thermoplastische Fertigungsverfahren • FKV-spezifische NDT-Verfahren • Recycling • Mikromechanische Modelle (UD-Einzelschicht, Gewebe) • Elastische Eigenschaften der Einzelschicht und des Mehrschichtverbundes (CLT) • Einfluss von Temperatur und Feuchte • Festigkeitshypothesen für die Einzelschicht • Krafteinleitungen (Kleben, Bolzen, Schlaufen) • Fallstudien
14. Literatur:	Helmut Schürmann Konstruieren mit Faser-Kunststoffverbunden Springer 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452701 Vorlesung Technologie- und Dimensionierungsgrundlagen für Bauteile aus Faserkunststoffverbund (FKV)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45271 Technologie- und Dimensionierungsgrundlagen für Bauteile aus Faserkunststoffverbund (FKV) (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Schriftlich, Dauer 60 Minuten

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 45280 Thermodynamik der Gemische

2. Modulkürzel:	060700305	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Meier, Karsten; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Thermodynamik
12. Lernziele:	• Die Studierenden können die Bedingungen für das thermodynamische Gleichgewicht formulieren. • Die Studierenden können Gemischeigenschaften mit Zustandsgleichungen und Modellen für die freie Exzessenthalpie berechnen. • Die Studierenden können Phasendiagramme interpretieren. • Die Studierenden können Phasengleichgewichte berechnen.
13. Inhalt:	• Bedingungen für das thermodynamisches Gleichgewicht • Chemisches Potenzial • Mischungsgrößen • Fugazitätskoeffizientenansatz • Zustandgleichungen für Gemische • Aktivitätskoeffizientenansatz • GE-Modelle • Gibbs'sche Phasenregel, Phasendiagramme • Phasengleichgewichtsberechnung
14. Literatur:	H.D. Baehr, S. Kabelac: Thermodynamik, 15. Auflage, Springer, Berlin, 2012 J.P. O'Connell, J.M. Haile: Thermodynamics, Cambridge University Press, 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452801 Vorlesung Thermodynamik der Gemische
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45281 Thermodynamik der Gemische (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel, Präsentation, Blockveranstaltung
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 45290 Tragflügelaerodynamik

2. Modulkürzel:	060110142	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Thorsten Lutz
9. Dozenten:	Thorsten Lutz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Besuch der Lehrveranstaltungen des Moduls "Aerodynamik und Flugzeugentwurf I" (060101001)
12. Lernziele:	Flugzeugaerodynamik II • Die Studierenden kennen die Grundlagen und Anwendungsgrenzen von aerodynamischen Berechnungsmethoden, die im Vorentwurf und für Lastannahmen einsetzbar sind und können entsprechende Programme für Entwurfszwecke einsetzen. • Die Studierenden verstehen den Einfluss der Pfeilung auf die aerodynamischen Eigenschaften von Tragflügeln in allen Mach-Zahl Bereichen und können die Wahl der Pfeilung bei Verkehrsflugzeugen und Überschallflugzeugen nachvollziehen. • Sie können die zu erwartenden aerodynamischen Effekte bei Überschall-Tragflügeln ohne aufwändige Rechnung abschätzen und sind so in der Lage die Ergebnisse numerischer Simulationen zu bewerten. • Sie kennen komplexe aerodynamische Effekte (Instationarität, Interferenzeffekte, nichtlineare Effekte) und den Einfluss auf die aerodynamischen Eigenschaften.
13. Inhalt:	Flugzeugaerodynamik II • Erweitertes Traglinienverfahren • Weissinger-Verfahren und Anwendungen • Wirbelleiterverfahren und Anwendungen • Nichtlineare Aerodynamik, Flügel kleiner Streckung, Deltaflügel • Prinzip der Unabhängigkeit • Pfeilungseffekte bei subsonischer, transsonischer und supersonischer Strömung • Supersonische Flügelumströmung • Interferenzeffekte • Grundzüge der instationären Strömung
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Übungsgblätter Graphisch interaktives Programm "AERO Anderson, J.D.: Fundamentals of Aerodynamics Anderson, J.D.: Modern Compressible Flow

	Schlichting, Truckenbrodt: Aerodynamik des Flugzeuges
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452901 Vorlesung Flugzeugaerodynamik II • 452902 Übung Flugzeugaerodynamik II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Flugzeugaerodynamik II, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h) Flugzeugaerodynamik II, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h) Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45291 Tragflügelaerodynamik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Programmanwendungen
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 45300 Tragwerksoptimierung

2. Modulkürzel:	069901107	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I - III, Höhere Mathematik I - III
12. Lernziele:	Die Studierenden - können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik strukturieren und adäquat beschreiben, und zwar einschließlich Mehrzielkriterien, - können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik klassifizieren, - besitzen einen Überblick über die Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, - können einfache Optimierungsprobleme ohne und mit Randbedingungen analytisch lösen, - kennen die wesentlichen Grundlagen numerischer Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, - können zwei typische numerische Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik anwenden, - kennen das Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren in der Strukturmechanik.
13. Inhalt:	- Einführung und Motivation, - Klassifikationsmerkmale für Optimierungsprobleme, - mathematische Beschreibung tragwerkstypischer Optimierungsprobleme, - allgemeines Vorgehen beim Optimalentwurf, - analytische Optimierungsverfahren, - numerische Verfahren für tragwerkstypische Optimierungsprobleme, (insbes. Liniensuch-, Straffunktions-, duales Lösungsverfahren), - Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren.
14. Literatur:	- Arora, J.S.: Introduction to optimum design. 2 Aufl. Amsterdam/... : Elsevier Academic Press, 2004. - Baier, H. , Seeßelberg, C. , Specht, B.: Optimierung in der Strukturmechanik. Braunschweig, Wiesbaden : Vieweg, 1994. - Kirsch, U.: Structural Optimization. Berlin/... : Springer, 1993. - Papageorgiou, M.:

	Optimierung : statische, dynamische, stochastische Verfahren für die Anwendung. 2. Aufl. München , Wien : Oldenbourg, 1996. - Pardalos, P.M. , Resende, M.G.C. (Hrsg.): Handbook of applied optimization. Oxford , Berlin : Oxford University Press, 2002. - Skript.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453001 Vorlesung Tragwerksoptimierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45301 Tragwerksoptimierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	[48710] Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 45310 Turbomachinery

2. Modulkürzel:	060400113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Martin Rose
9. Dozenten:	Martin Rose
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Turbomachinery I The students will be introduced to the whole topic of turbomachinery, turbines and compressors, radial and axial flow. Aero gas turbines will be a central theme. An appreciation of the techniques of design and analysis will be gained. The nondimensional groups used to express the design choices will be studied and the emphasis will be put on efficiency and loss. A brief overview of turbomachinery in renewable energy is included. Turbomachinery II: This course will take a deeper look at turbomachinery Design issues will be emphasised, from preliminary through to unconventional topics like end wall profiling. Detailed topics will include use of CFD in turbomachinery and turbine cooling. Instability and unsteadiness will be addressed
13. Inhalt:	Turbomachinery I: Dimensional analysis und Velocity triangles Thermo-fluids and Aerofoils Meanline analysis und Loss Axial Turbine design und analysis Axial und Radial compressor design Turbomachinery in Renewable Energy Übung und Versuch (freiwilliges Zusätzliches Angebot): Es werden 4 Hörsaal- und Hausübungen angeboten. Turbomachinery II: Preliminary und Aerofoil design consideration Conventional 3D und Tip Design Unconventional 3D Design Turbine Cooling introduction und overview CFD in turbine design, equations, solution, interpretation und future. Unsteadiness und Instability in Turbomachinery - 280 - Experimental work in turbomachinery Übung und Versuch (freiwilliges Zusätzliches Angebot): Es werden 4 Hörsaal- und Hausübungen angeboten.

14. Literatur:	Wilson D. G., Korakianitis T.: The Design of High - Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines Prentice Hall
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453101 Vorlesung Turbomaschinen I • 453102 Übung Turbomaschinen I • 453103 Vorlesung Turbomaschinen II • 453104 Übung Turbomaschinen II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Turbomachinery I, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Turbomachinery II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45311 Turbomachinery (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45320 Turbulenz

2. Modulkürzel:	060110152	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist
9. Dozenten:	Grazia Lamanna Sebastian Spring Peter Gerlinger Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten kennen: die theoretischen Grundlagen zur Beschreibung turbulenter Strömungen Modellierungsansätze (Wirbelviskositätsmodelle, Reynolds-Spannungsmodelle) die Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS Anwendungsbeispiele mit CFD ausgewählte Turbulenzmodelle und Transportgleichungsmodelle Large-Eddy Simulation und hybride Verfahren turbulente Mischung und Verbrennung Fragen der Validierung und Implementierung typische Anwendungsergebnisse
13. Inhalt:	I. • Einführung in die Turbulenz • Statistische Beschreibung der Turbulenz • Schließungsproblem • Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS • Klassische Turbulenzmodelle: Überblick II. • algebraische Modelle • Ein- und Zweigleichungsmodelle • Reynolds-Stress-Modelle • Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion • Grobstruktursimulation
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ferziger, Peric: Computational fluid dynamics David C. Wilcox: Turbulence Modeling for CFD

	John L. Lumley, First Course of Turbulence Stephen B. Pope, Turbulent Flows
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453202 Tutorium Grundlagen der Turbulenzmodellierung • 453203 Vorlesung Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle • 453204 Tutorium Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle • 453201 Vorlesung Grundlagen der Turbulenzmodellierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Grundlagen der Turbulenzmodellierung, Vorlesung: 105 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 70 h) Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h) Gesamt: 195 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 125 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45321 Turbulenz (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Verbrennungstechnik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 45330 Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060700200	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Walther, Rainer; Hon.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die Funktionsweise der Flugtriebwerks- Brennkammer und -Nachverbrennung • Die Studierenden verstehen die physikalisch-chemischen Ursachen der Schadstoffbildung • Die Studierenden kennen Primär- und Sekundärmaßnahmen zur Schadstoffreduzierung • Die Studierenden können die aerothermodynamischen Eigenschaften von Strömungen mit Wärmefreisetzung bewerten
13. Inhalt:	• Brennkammern in Flugtriebwerken und ihre Funktionsweise • Schadstoffbildung in Brennkammern • Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung • Atmosphärenwirkung luftfahrtbedingter Emissionen • Strömungen mit Wärmefreisetzung, Beispiele von Staustrahlantrieben • Alternative Brennstoffe
14. Literatur:	A.H. Lefebvre: Gas Turbine Combustion E. Curran, S.N.B. Murthy: Scramjet Propulsion R. Walther: Scramjet-Propulsion: Alte Herausforderung im neuen Jahrhundert? DGLR-Jahrestagung 2004 D.L. Dagett et al.: Alternate Fuels for Use in Commercial Aircraft, ISABE-2007-1196
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453301 Vorlesung Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt I • 453302 Vorlesung Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt I, Vorlesung: 112 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 84 h) Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt II, Vorlesung: 56 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 42 h) Gesamt: 168 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 126 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45331 Verbrennungsprobleme der Luft- und Raumfahrt (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 45340 Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen

2. Modulkürzel:	060400110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Klaus Kuhn
9. Dozenten:	Klaus Kuhn
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen das Zusammenspiel der Versuche während des Triebwerks- und Komponentenentwicklungs-programms. Die Studierenden verstehen den komplexen Begriff der ``compliance. Die Studierenden verstehen welche Größen an den Versuchsträgern während der Entwicklung gemessen werden. Sie verstehen die Zielsetzung dieser Messungen an Hand von Beispielen. Die Studierenden kennen die Instrumentierung in Gasturbinen. Der Aufbau und die Funktionsweise von Prüfständen sind bekannt. Die Studierenden kennen die Messungen am Triebwerk im Rahmen des Flugversuches.
13. Inhalt:	Regelkonformes Vorgehen bei Triebwerks- und Komponentenentwicklungsprogrammen • Compliance im Versuch • Normen und Vorschriften • Grundlagen der wichtigsten Messverfahren • Instrumentierung der Versuchsträger • Messverfahren zur Bestimmung der Strömungsgrößen in Turbomaschinen • Schub- und Durchsatzmessung • Vermessung von Kennfeldern • Traversiermessungen mit Sonden, Rechen und Verstelleinrichtungen • Messunsicherheit und deren Konsequenz • Aufbau und Betrieb von Prüfständen für Gasturbinen und deren Komponenten • Umsetzung einer Messaufgabe am Kleinverdichterprüfstand
14. Literatur:	Prüfstände im Triebwerksbau, K. Kuhn , Institut für Luftfahrtantriebe.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453401 Vorlesung Versuchs- und Messtechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45341 Versuchs- und Messtechnik für Gasturbinen und Turbomaschinen (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45350 Wärmeübertragung in Turbomaschinen

2. Modulkürzel:	060700180	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Weitere Sprachen

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Lamanna, Grazia; Dr.-Ing. Wolfersdorf, Jens von; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen Wärmeübertragungsmechanismen in Turbomaschinen und Antriebssystemen. • Die Studierenden verstehen die Methoden zur Kühlung von Turbomaschinen und wärmetechnischen Anlagen. • Die Studierenden können die verschiedenen Wärmeübertragungseffekte in unterschiedlichen Anwendungen bewerten. • Die Studierenden kennen Ansätze zur analytischen und numerischen Modellierung. • Die Studierenden verstehen die Validierung numerischer Modelle.
13. Inhalt:	• Erhaltungsgleichungen und Grenzschichtapproximationen • Strömung und Wärmeübertragung in internen Strömungen • Wärmeübertragung in kompressiblen Strömungen • Grundlagen der Turbulenzmodellierung • Methoden zur Steigerung des Wärmetransports • Wärmeübertragungsintensivierung durch Oberflächenvergrößerung • Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten, Strömung und Wärmeübergang in glatten und rauen Kanälen, Druckverlust und Wärmeübergang in berippten Kanälen, Zylinderanordnungen im Querstrom, Drallströmungen und Prallkühlung • Erhöhung des Wärmetransports - Wärmerohr • Wärmeübertragungsintensivierung bei Siedevorgängen
14. Literatur:	Skripte, Folien Kays, Crawford, Weigand: Convective Heat and Mass Transfer. McGraw Hill 2005 Lakshminarayana: Fluid Dynamics and Heat Transfer of Turbomachinery. Wiley, 1996 Webb, R. L.: Principles of Enhanced Heat Transfer. John Wiley Sons, 1994
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453501 Vorlesung Spezielle Probleme der Wärmeübertragung • 453502 Seminar/Tutorium Spezielle Probleme der Wärmeübertragung

	• 453503 Vorlesung Wärmeübertragungsintensivierung • 453504 Seminar/Tutorium Wärmeübertragungsintensivierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Übungen: 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Übungen: 17,5 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10,5 h) Gesamt: 192,5 h (Präsenzzeit 77 h, Selbststudium 115,5 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45351 Wärmeübertragung in Turbomaschinen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel, Folienpräsentation
20. Angeboten von:	Messmethoden der Thermodynamik in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 45360 Wärmeübertragungsintensivierung

2. Modulkürzel:	060700164	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Wolfersdorf, Jens von; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen Kühlungsmethoden für Antriebs- und Energiesysteme. • Die Studierenden verstehen die Methoden zur Intensivierung des Wärmetransports. • Die Studierenden können thermische Analysen zur vereinfachten Konzeptbewertung thermisch belasteter Komponenten in der Luft- und Raumfahrttechnik durchführen.
13. Inhalt:	• Wärmeübertragungsintensivierung durch Oberflächenvergrößerung, Analyse von Rippenanordnungen verschiedener Form, Wärmeabgabe durch Konvektion • Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten, Strömung und Wärmeübergang in glatten und rauhen Kanälen, Druckverlust und Wärmeübergang in berippten Kanälen, Zylinderanordnungen im Querstrom, Drallströmungen und Prallkühlung • Erhöhung des Wärmetransports - Wärmerohr • Wärmeübertragungsintensivierung bei Siedevorgängen
14. Literatur:	Manuskript, Folien Webb, R. L.: Principles of Enhanced Heat Transfer. John Wiley und Sons, 1994 Han, Dutta, Ekkad: Gas Turbine Heat Transfer and Cooling Technology, Taylor and Francis, 2000 Weigand, B.: Turbinenschaufelkühlung, in: Lechler, Seume (Hrsg.): Stationäre Gasturbinen, Springer 2003
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453601 Vorlesung Wärmeübertragungsintensivierung • 453602 Seminar Wärmeübertragungsintensivierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Wärmeübertragungsintensivierung, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Übungen: 17,5 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10,5 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Seminar (freiwillig): 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Gesamt: 87,5 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 52,5 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	45361 Wärmeübertragungsintensivierung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Folienpräsentation, Vorstellung Laborversuche
20. Angeboten von:	Messmethoden der Thermodynamik in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 45380 Werkstoffe für Turbomaschinen

2. Modulkürzel:	060400111	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Alexander Fels
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen den Einfluss von Legierungselementen auf die Werkstoffeigenschaften Die Studierenden haben einen Einblick in die Herstellungsprozesse moderner Werkstoffe. Die Studierenden haben einen Einblick in die Rohstoffwirtschaft und die Werkstoffentwicklung. Sie kennen Schadensgruppen und Schadensursachen. Die Studierenden haben einen Überblick über die Methoden der Werkstoffprüfung. Die Studierenden kennen mikroskopische Prüfverfahren und die damit verbundenen Präparationsmethoden. Die Studierenden verstehen die modulare Schadensuntersuchung.
13. Inhalt:	Wichtige Elemente des Periodensystems und ihre Eigenschaften Stahlveredler Leichtmetalle, Schwermetalle und Edelmetalle Alkalien, Erdalkalien, seltene Erden und Actiniden Konstruktionswerkstoffe Herstellungsprozesse, Rohstoffwirtschaft, Werkstoffentwicklung Konstruktion und Festigkeitsauslegung von Messrechen Werkstoff- und Bauteilschäden, Werkstoffzustände Bauteil und Werkstoffprüfung Werkstoffgefüge Lichtmikroskopie, Elektronenmikroskopie, Präparationsmethoden Strukturanalyse und Gefügeauswertung Modulare Schadensuntersuchung Beispiele und Übungen
14. Literatur:	Bargel, H. und Schulze. G. (2008): Werkstoffkunde. - 10. Aufl., 453 S., Berlin (Springer) Läpple, V. et al. (2011): Werkstofftechnik Maschinenbau. - 3. Aufl., 704 S.

	mit CD-ROM, Stuttgart (Europa-Lehrmittel Verlag)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453802 Vorlesung Praxis der Werkstoffuntersuchung • 453801 Vorlesung Das Periodensystem als Werkstoffbaukasten
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Das Periodensystem als Werkstoffbaukasten: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Praxis der Werkstoffuntersuchung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45381 Turbomaschinen - Projekt (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45390 Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060310106	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Yves Klett
9. Dozenten:	Peter Middendorf Yves Klett
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die in der Luft- und Raumfahrt eingesetzten Materialien und Fertigungsvefahren kennen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Faserverbund- und Leichtmetallwerkstoffen, additiven Herstellungsverfahren, Kleben sowie auf Sandwich-Technologien. Die Studierenden lernen Vor- und Nachteile sowie praxisorientierte Auswahlkriterien kennen, die über einen optimierten Werkstoffeinsatz entscheiden und werden in die Lage versetzt, eine solche Auswahl selbst zu treffen.
13. Inhalt:	• Faserverbundwerkstoffe • Verstärkungsfasern und Matrixsysteme • Textile Herstellungsverfahren • Sandwichwerkstoffe • Leichtmetalle • Multifunktionale Werkstoffe • Kleben • Schweißen • Korrosion und Oberflächenbehandlung
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Schürmann, H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff- Verbunden Ashby, M.: Materials selection in mechanical design
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 453901 Vorlesung Werkstoffe und Fertigungsverfahren im Flugzeugbau
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45391 Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Präsentationen und Vortrage von ReferentInnen aus Forschung und Industrie.
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 45400 Werkstofftechnik metalllischer Werkstoffe

2. Modulkürzel:	060600115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Hans-Jürgen Ertelt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit den verschiedenen Verfahren zur Gewinnung und Verarbeitung metallischer Werkstoffe vertraut. Sie beherrschen die Methoden zur Veränderung der Stoffeigenschaften entsprechend der konstruktiven Vorgaben. Sie beherrschen die Verfahren zur experimentellen Ermittlung von Werkstoffkennwerten sowohl unter schlagartiger als auch unter zügiger oder zyklischer Beanspruchung. Sie kennen zerstörungsfreie Prüfverfahren. Sie sind vertraut mit Tribologiesystemen, den Hauptgebieten der Tribologie und den Verschleißmechanismen, aber auch mit den verschiedenen Korrosionsmechanismen. Sie beherrschen die verschiedenen Kennzeichnungen von Werkstoffen, d.h. die Werkstoffnummersysteme bei Stählen, Gusseisen und NE-Metallen. Sie sind in der Lage, die verschiedenen Werkstoffe in den unterschiedlichsten Fertigungsverfahren optimal einzusetzen.
13. Inhalt:	• Werkstoffeigenschaften in Bezug auf Fertigungsverfahren (Urformen, Umformen, Verändern von Stoffeigenschaften usw.) • Gewinnung und Verarbeitung metallischer Werkstoffe • Legierungen (Eisen-, Al- und andere Nichteisenmetall-Legierungen) • Wärmebehandlungen im (Un-)Gleichgewichtszustand • Kriechen - Relaxation • Korrosion: Grundlagen, Korrosionsarten, Korrosionsschutz, Hochtemperaturkorrosion • Werkstoffverhalten bei verschiedenen Temperaturen und Beanspruchungsgeschwindigkeiten • Tribologie (Verschleißmechanismen, Hauptgebiete der Tribologie) • Werkstoffprüfung: Ermittlung spezieller Werkstoffkennwerte (z.B. schlagartige, zügige und zyklische Materialkennwerte), Zeitstandsversuche, schwingende Beanspruchung, Einflussfaktoren, zerstörungsfreie Werkstoffprüfung • Besonderheiten einzelner Werkstoffgruppen • Plastische Verformung und Bruchvorgänge • Methoden zur Erhöhung der Festigkeit • Kriterien für die Werkstoffauswahl • Werkstoffbezeichnungen (Stähle, Gusseisen, NE-Metalle)

14. Literatur:	Jürgen Ertelt, Skript zur Vorlesung, jährlich aktualisiert, mit Verweisen Ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 454001 Vorlesung Werkstofftechnik metalllischer Werkstoffe
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45401 Werkstofftechnik metalllischer Werkstoffe (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 45410 Wiedereintrittstechnologie

2. Modulkürzel:	060500106	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Georg Heinrich Herdrich
9. Dozenten:	Georg Heinrich Herdrich
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Am Ende des Moduls haben die Studierenden einen vertieften Überblick über die wesentlichen Technologien, die für einen atmosphärischen Wiedereintritt beherrscht werden müssen. Sie kennen die relevanten Missionen und diskutierten Missionsszenarien sowie die technologischen Herausforderungen, insbesondere für Hitzeschutzsysteme, die relevanten Materialien und deren Eigenschaften. Sie wissen, wie derartige Eigenschaften in Bodentestanlagen und durch den Einsatz von verschiedenen Messsystemen im realen Flug untersucht sowie qualifiziert werden.
13. Inhalt:	Wiedereintrittstrajektorie, De-orbit-Manöver Wiedereintrittsmissionen und -fahrzeugkonzepte Konzepte für Thermalschutzsysteme Wesentliche Eigenschaften der Wiedereintrittsplasmen Bodentestanlagen Ausgewählte Instrumentierungen für Wiedereintrittskörper
14. Literatur:	G. Herdrich et al.: Manuskript zur Vorlesung Wiedereintrittstechnologie, jährlich aktualisiert ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 454101 Vorlesung Wiedereintrittstechnologie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45411 Wiedereintrittstechnologie (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 45430 Wissensverarbeitung und Softcomputing

2. Modulkürzel:	060600102	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die Ansätze, Grundlagen und Algorithmen der modernen Wissensverarbeitung kennen und kritisch hinterfragen. Hierzu wird die Leistungsfähigkeit und Grenzen solcher wissensverarbeitender Systeme vergleichend dargestellt und untersucht.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen Ansätze, Methoden und Implementierungen moderner Wissensverarbeitung kennen. Dies sind im einzelnen: Klassische Verfahren Wissensrepräsentation (Logik, Frames, Ontologien) Wissensverarbeitung (Regelbasierte Systeme, PROLOG) Semantik Web (OWL, ...) Softcomputing (Neuronale Netze, Fuzzy Logik und Systeme) Genetische/Evolutionäre Algorithmen lineare Optimierung Nicht-klassische Verfahren Schwarmintelligenz Selbstorganisation formale Begriffsanalyse
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Russel, Norvik: Artificial Intelligence - A modern approach. Addison Wesley. Stumme, G. und Wille, R.: Begriffliche Wissensverarbeitung. Springer, 2000.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 454301 Vorlesung Wissensverarbeitung • 454302 Vorlesung Softcomputing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Knowledge Processing: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Softcomputing: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45431 Wissensverarbeitung und Softcomputing (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 45450 Werkstoffe und Verfahren für Antriebe der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060310109	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinz Voggenreiter
9. Dozenten:	Heinz Voggenreiter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis der werkstoffbedingten Einsatzgrenzen von heutigen Luft- und Raumfahrtantrieben und der werkstofftechnischen Herausforderungen und Lösungsansätzen für Luftund Raumfahrtantriebe der Zukunft.
13. Inhalt:	Die Anforderungsprofile an Werkstoffe für Luft- und Raumfahrtantrieben werden dargestellt. Aktuelle metallische und keramische Werkstoffsysteme und deren Verarbeitungstechniken werden beschrieben. Die mechanischen, thermischen und physikalischen Einsatzgrenzen werden diskutiert und Entwicklungstendenzen aufgezeigt. Neue Werkstofflösungen und deren Verfahrenstechniken zur Steigerung der Leistung und Lebensdauer der Triebwerke werden dargestellt. Eine Führung durch das Institut für Bauweisen und Konstruktionsforschung ist vorgesehen
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Hornbogen, E., Eggeler, G., Werner E.: Werkstoffe, Springer, 2011
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 454501 Vorlesung Werkstoffe und Verfahren für Raumfahrtantriebe • 454502 Vorlesung Werkstoffe und Verfahren für Luftstrahlantrieb
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Werkstoffe und Verfahren für Raumfahrtantriebe, Teil 1, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Werkstoffe und Verfahren für Luftstrahlantriebe, Teil 2, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45451 Werkstoffe und Verfahren für Antriebe der Luft- und Raumfahrt (PL), Schriftlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Bauweisen und Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 45470 CFD Anwendungsseminar

2. Modulkürzel:	060100138	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ewald Krämer
9. Dozenten:	Ewald Krämer Michael Schollenberer Thorsten Lutz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre I & II, Numerische Simulation
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit der Herangehensweise an technische Problemstellungen vertraut und entwickeln Lösungsstrategien. Sie verstehen die Grundregeln für den Aufbau einer ingenieurwissenschaftlichen Präsentation, deren Vor- und Nachbereitung. Sie sind in der Lage, die Inhalte ihrer Arbeit ziel- und zuhörerorientiert aufzubereiten und mit Blick auf die zeitlichen Rahmenbedingungen das Wesentliche vom Unwesentlichen zu trennen. Sie sind in der Lage, die geeigneten Kommunikations- und Visualisierungsmöglichkeiten auszuwählen. In fachlichen Diskussionen können sie ihre Standpunkte verständlich formulieren und sachlich und überzeugend darstellen. Sie können Ihren eigenen Kommunikationsstil reflektieren. Die Studierenden kennen die Grundlagen für die Erstellung wissenschaftlicher Berichte und wenden diese an. Neben diesen generischen Kompetenzen sind sie in der Lage, die komplette Prozesskette zur Lösung aerodynamischer Problemstellungen mittels numerischer Simulation anzuwenden und kennen die hierfür notwendigen theoretischen Grundlagen. Sie sind in der Lage, ihre Ergebnisse kritisch zu interpretieren und zu bewerten.
13. Inhalt:	Im Rahmen eines Vorlesungsblockes werden zunächst die für die praktische Anwendung von CFD Methoden und die Ergebnisinterpretation und -bewertung notwendigen theoretischen Grundlagen vermittelt. Die Vorlesungsveranstaltungen bauen auf dem Lehrstoff der Vorlesungen zur Strömungsmechanik und Numerik auf. Im Rahmen von Gruppenübungen erfolgt eine spezifische Einarbeitung in die Anwendung des Netzgenerators Pointwise, des Strömungslösers TAU und des Visualisierungstools Tecplot. Anhand zweidimensionaler Strömungsprobleme bearbeiten die Studierenden eigenständig Fragestellungen zum Einfluss relevanter numerischer Parameter, der Gitterauflösung, der Profilgeometrie und der Anströmparameter. Die Bearbeitung des gewählten Themas wird durch die Seminarleiter sowie durch Tutoren betreut.

	Die Studierenden tragen ihre Ergebnisse vor der gesamten Gruppe vor und stellen sich der fachlichen Diskussion. Im Anschluss an ihre Präsentation erhalten sie ein Feedback. Über ihre Arbeit fertigen sie zudem einen wissenschaftlichen Bericht an. Die notwendigen Kenntnisse zu deren Gestaltung werden ihnen durch den Dozenten vermittelt.
14. Literatur:	Skript, Programmhandbücher, Tutorials, Aufgabenbeschreibung, ergänzende Literatur zu den jeweiligen Seminaraufgaben
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45471 CFD Anwendungsseminar (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Vortrag und Bericht zur bearbeiteten Aufgabe
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 45670 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D

2. Modulkürzel:	060600116	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Karsten Keller Michael Reck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Finite Elemente II (Diskretisierung II) Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Methode der Finite Elemente für die Anwendung in der Strukturmechanik im Hinblick auf Flächen- und räumliche Tragwerke. Sie können dann außerdem mit weiteren Elementmodellen zur Berechnung dieser Tragwerke umgehen. Die Studierenden sind somit mit 2D- und 3D-Formulierungen im Bereich der Finiten Elemente Methode vertraut und können diese mit theoretischem Unterbau und Verständnis anwenden. Statik III (Einführung in die Plattentheorie) Platten sind ein wichtiges Bauelement für den Ingenieur, das wie der Balken Belastungen über Biegung abträgt. Die Studierenden lernen die Unterschiede zwischen der dünnen Platte, die nur Biegeverformungen aufweist und der dicken Platte, in der noch zusätzlich Schubverformungen zu berücksichtigen sind. Sehr dünne Platten können auch ausbeulen. Die Studierenden können mit der klassischen Theorie beider Plattenmodelle umgehen und das Tragverhalten der Platte sowie die plattenspezifischen Größen wie Ersatzschubkraft und Eckenkraft bestimmen.
13. Inhalt:	Finite Elemente II • Grundlagen zur Lösung der linearen Randwertaufgabe der Elastostik mit Finiten Elementen • Variationsprinzipe, Einfeld- und Mehrfeldprinzipe • Erstellen der Finite Elementematrizen von Verschiebungsmodellen • Steifigkeitsmatrix, Konvergenz • Assemblierung des Tragwerks, Freiwertebasenwechsel • Lösung des Gleichungssystems, Berechnung der Lagerreaktionen

	• Berechnung der Eigenfrequenzen und Beullasten • Praxisorientierte Finite Elemente • mechanische Verhalten der Elementmodelle in Beispielen • (Einfluss der verwendeten Integration und Elementverzerrung) Statik III • Vorstellung der Theorie der dünnen Platte nach Kirchhoff, Differentialgleichung für die Rechteckplatte und Kreisplatte • Analytische Lösung der Differentialgleichung nach Navier und Levy-Nadai und Näherungslösung nach Ritz • Theorie der schubweichen dicken Platte nach Reissner, Aufstellen der Differentialgleichung und analytische Behandlung eines Spezialfalls • Einführung in die klassische Laminattheorie. Durchführen der Dickenintegration und Aufstellen der Steifigkeitsbeziehung mit der Kopplung von Scheibe und Platte • Ausbeulen der dünnen Platte • Vorlesungsbegleitende Übungsbeispiele
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Literatur zu Finite Elemente II: J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 1, Grundlagen, Matrixmethoden, elastisches Kontinuum, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2003 J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 2, Variationsrechnung, Energiemethoden, Näherungslösungen, Nichtlinearitäten, numerische Integration, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2004 K. J. Bathe, Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, zweite Auflage, 2002 O. C. Zienkiewicz, The Finite Element Method, McGraw-Hill, Book Company. (Deutsche Übersetzung als Hanser Fachbuch), Third edition, 1977 K. Knothe, H. Wessels, Finite-Elemente, Eine Einführung für Ingenieure, Springer Verlag, Heidelberg, vierte Auflage, 2008 Literatur zur Statik III: A. Nadai: Elastische Platten, 1.Aufl., Springer Verlag, Berlin (1925) K. Girkmann: Flächentragwerke, 5.Aufl., Springer Verlag, Wien (1959) S. P. Timoshenko, S. Woinowski-Krieger: Theory of Plates and Shells, 2.Aufl., MacGraw-Hill Book Co., New York (1959)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 456701 Vorlesung Diskretisierungsmethoden in der Statik und Dynamik • 456702 Vorlesung Einführung in die Plattentheorie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Finite Elemente II, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Statik III, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 120 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45671 Strukturmechanik und Diskretisierung in 2D/3D (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Finite Elemente III (Diskretisierung III), Nichtlineare Finite Elemente
19. Medienform:	Visualizer, PowerPoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 45680 Optimale Tragwerksauslegung

2. Modulkürzel:	069901120	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I - III, Höhere Mathematik I - III, Einführung in die Finite Elemente Methode
12. Lernziele:	**Tragwerksoptimierung** Die Studierenden • können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik strukturieren und adäquat beschreiben, und zwar einschließlich Mehrzielkriterien, • können Optimierungsprobleme der Strukturmechanik klassifizieren, • besitzen einen Überblick über die Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, • können einfache Optimierungsprobleme ohne und mit Randbedingungen analytisch lösen, • kennen die wesentlichen Grundlagen numerischer Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik, • können zwei typische numerische Lösungsverfahren für Optimierungsprobleme der Strukturmechanik anwenden, • kennen das Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren in der Strukturmechanik. **Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung** Die Studierenden • sind mit der Quantifizierung von streuenden Daten vertraut und wissen über ihre Bedeutung für das Verhalten von Tragwerken sowie für das Ergebnis von technologischen Prozessen. • Sie beherrschen analytische und synthetische Methoden zur Berechnung des stochastischen Tragwerksverhaltens bei gegebenen Eingangsdaten für - Elastische Tragwerke - Große Verschiebungen - Elastisch-plastische Tragwerke

- Nichtlineare Dynamik
- Inelastische Formänderungsprozesse

- Sie wissen über die Optimierung von Tragwerken sowie Prozessen bei stochastischem Verhalten, sind mit der Robustheit gegenüber streuenden Konditionen vertraut und können entsprechende Auslegungsverfahren einsetzen.
- Sie sind in der Lage, die Bedeutung der Eingangsdaten sowie die Eignung des Systems für robuste Auslegung zu beurteilen.
- Sie beherrschen die Begriffe der Zuverlässigkeit und Lebensdauer, kennen Verfahren zur Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeit von Bauteilen (analytische Verfahren erster- und zweiter Ordnung sowie Synthese stochastischer Simulation).
- Sie können auf einevorgegebene Ausfallwahrscheinlichkeit hin optimieren und dieZuverlässigkeit von Tragsystemen abschätzen im Serien- Parallel- oder Standby- Modus.
- Sie sind mit den Begriffen der stochastischen Feldgrößen bzw. stochastischen Prozessen vertraut und wissen diese zu charakterisieren.
- Sie lernen durchweg, der Streuung mittels analytischer Approximation sowie alternativ durch stochastische Monte Carlo Simulation Rechnung zu tragen.

13. Inhalt:

Tragwerksoptimierung

- Einführung und Motivation
- Klassifikationsmerkmale für Optimierungsprobleme
- mathematische Beschreibung tragwerkstypischer
- Optimierungsprobleme
- allgemeines Vorgehen beim Optimalentwurf
- analytische Optimierungsverfahren
- numerische Verfahren für tragwerkstypische Optimierungsprobleme (insbes. Liniensuch-, Straffunktions-, duales Lösungsverfahren)
- Zusammenspiel zwischen Simulations- und Optimierungsverfahren

Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung

- Streuung und Charakterisierung
- Stochastische Tragwerksanalyse mittels Taylorreihe
- elastisch, nichtlinear, plastisch, nichtlineare Dynamik
- Optimale Auslegung - Robustheit
- Monte Carlo Verfahren - Tragwerksanalyse und Entwurfsertüchtigung
- Zuverlässigkeit - Systeme und Bauteile, analytische Approximation, stochastische Simulation, Optimierung und Zuverlässigkeit
- zeitabhängige Phänomene - stochastische Prozesse und -Felder, Lebensdauer
- Inelastische Formänderungsprozesse - Signifikanz der Eingangsstreuung,numerische Analyse, optimale Auslegung

14. Literatur:

- Arora, J.S.: Introduction to optimum design. 2 Aufl. Amsterdam/... : Elsevier Academic Press, 2004.
- Baier, H. , Seeßelberg, C. , Specht, B.: Optimierung in der Strukturmechanik. Braunschweig , Wiesbaden : Vieweg, 1994.
- Kirsch, U.: Structural Optimization. Berlin/, : Springer, 1993.

	- Papageorgiou, M.: Optimierung : statische, dynamische, stochastische Verfahren für die Anwendung. 2. Aufl. München, Wien : Oldenbourg, 1996. - Pardalos, P.M. , Resende, M.G.C. (Hrsg.): Handbook of applied optimization. Oxford , Berlin : Oxford University Press, 2002. - Skript. - Ioannis Doltsinis, Stochastic Methods in Engineering, WIT Press Southampton 2012. - Ergänzende und zusammenfassende Vortragsfolien.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 456801 Vorlesung Tragwerksoptimierung • 456802 Vorlesung Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesungen
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45681 Optimale Tragwerksauslegung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 46510 Industrielle Aerodynamik

2. Modulkürzel:	060110102	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Uwe Gaisbauer
9. Dozenten:	Dr. Uwe Gaisbauer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungsmechanik
12. Lernziele:	Die Studierenden haben eine vertiefte Kenntnis über komplexe Strömungsphänomene aus unterschiedlichen Bereichen der technischen und industriellen Anwendung erlangt. Sie sind in der Lage, unterschiedliche technische Strömungsanwendungen aus dem Bereich der viskosen Innenströmungen bis hin zur Außenumströmung von Fahrzeugen zu analysieren und zu deuten.
13. Inhalt:	-Rohrhydraulik -Schmiermittelströmung -Fahrzeugaerodynamik -Partikelströmung
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 465101 Vorlesung Industrielle Aerodynamik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	46511 Industrielle Aerodynamik (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1 schriftlich, 45 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 47380 Raumfahrttechnik I

2. Modulkürzel:	060500098	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Dozenten des Instituts
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Wahlpflichtmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul Raumfahrt (Modul.-Nr. 41520), B.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen weiterführenden Überblick der Subsysteme eines Raumfahrzeugs sowie der wichtigen weiteren Rahmenbedingungen für die Realisierung von Raumfahrtmissionen. Insbesondere können sie die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Missionsrandbedingungen (Umwelteinflüsse, Bahnmechanik), Missionsnutzlasten und Subsystemen einordnen. Schließlich kennen sie die zugehörigen Aspekte und die grundsätzliche Vorgehensweise bezüglich Weltraumqualifikation, Weltraumrecht, Projektmanagement und Bodenstationen.
13. Inhalt:	Überblick Entwurfskonzepte für Raumfahrzeuge, Auswirkungen Weltraumumgebung auf den Entwurf, bahnmechanische und antriebstechnische Aspekte, Subysteme von Raumfahrzeugen (Kommunikation, Strukturen und Materialien, Energieversorgung, Lageregelung, Lebenserhaltung, Thermalkontrolle, Wiedereintritt, etc.). Überblick Weltraumrecht, Projektmanagement und Weltraumqualifikation.
14. Literatur:	Vorlesungsunterlagen (werden zu Beginn bereitgestellt).
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 473801 Vorlesung Raumfahrttechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Raumfahrttechnik, Vorlesung und Übungen:180 h (Präsenzzeit:58 h, Selbststudium: 122 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	47381 Raumfahrttechnik I (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint-Präsentation, Tafel
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 48380 Messtechnik in der Luft- und Raumfahrttechnik

2. Modulkürzel:	060400120	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Carlo Daniel Monjaraz Tec
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen die wichtigsten Messverfahren sowie -techniken kennen, welche in der Luft- und Raumfahrttechnik eingesetzt werden. Sie kennen die physikalischen Prinzipien hinter den Messverfahren sowie die Vor- bzw. Nachteile der Verfahren. Die Studenten haben die Fähigkeit, geeignete Messtechniken für verschiedene Anwendungen zu identifizieren.
13. Inhalt:	Verschiedene Vorträge zu Messverfahren aus den folgenden Bereichen: - Strömungsmechanik: Druckmesstechnik, Hitzdrahtanemometrie - Thermodynamik: Wärmeübertragungsvorgänge, Tropfenuntersuchungen - Raumfahrt: Satellitengestützte Messverfahren - Windenergie: Wind-, Belastungs- und Leistungsmessungen an Windenergieanlagen - Flugzeugbau: UAVs als Messplattformen - Verbrennung: Emissionsmessung an Fluggasturbinen und Brennkammern - Luftfahrtsysteme: Flugmesstechnik - Regelungstechnik: Schätzverfahren Darüber hinaus gibt es noch einen Vortrag bezüglich der Thematik der Messunsicherheiten und Messfehler sowie einen Einführungsvortrag in LabVIEW.
14. Literatur:	Profos, Paul, Pfeifer, Tilo: Grundlagen der Meßtechnik. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 5. Auflage, 1997.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 483801 Vorlesung Messtechnik in der Luft- und Raumfahrttechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48381 Messtechnik in der Luft- und Raumfahrttechnik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb

20. Angeboten von: Luftfahrtantriebe

Modul: 48680 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua

2. Modulkürzel:	060600108	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundzüge der Elastostatik, Finite Elemente
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit den Eigenheiten elastisch-plastischen Verhaltens metallischer Werkstoffe bei monotoner wie auch bei wechselnder Beanspruchung vertraut, und kennen die mathematischen Ansätze zu dessen Beschreibung. Sie wissen, die Festigkeitsreserven der plastischen Verformung bei der Bauteildimensionierung einzuschätzen. Sie kennen die grundlegenden Verfahren zur Lösung elastisch-plastischer Probleme und sind in der Lage in bestimmten Fällen analytische Ansätze zu erarbeiten. Sie sind vertraut mit der Tragfähigkeit elastisch-plastischer Systeme und beherrschen die Methoden zu deren Abschätzung bzw. Eingrenzung. Sie wissen über Versagen bzw. Anpassung des Tragwerks bei wechselnder Belastung Bescheid und können die Bedingungen für einen sicheren Einsatz festlegen. Sie beherrschen die grundlegenden Algorithmen elastisch-plastischer Berechnungen mit finiten Elementen, können das numerische Verhalten der Lösung wie Konvergenz, Stabilität und Genauigkeit ergründen und interpretieren. Ebenso die numerische Lösung mit Hilfe des vermittelten theoretischen Hintergrunds. Sie kennen den Einfluss der Temperatur sowie der Zeit bei Werkstoffen mit viskosen Komponenten (Kriechen). Sie wissen über die Signifikanz von endlichen Formänderungen für die Bauteilstabilität. Sie sind mit der Modellierung von inelastischen Prozessen und mit deren numerischen Behandlung vertraut.
13. Inhalt:	• Stoffverhalten und mathematische Ansätze • Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua - Lösungsmethoden, Fallstudien • Tragfähigkeit und ihre Abschätzung - Traglasttheoreme • Wechselbelastung - Theorie der Anpassung • Numerische Berechnungsverfahren - Algorithmen, numerisches Verhalten

	• Einfluss von Temperatur und Zeit • Signifikanz endlicher Formänderungen - Bauteilstabilität • Modellierung und Simulation inelastischer Prozesse
14. Literatur:	Ioannis Doltsinis, Elements of Plasticity - Theory and Computation, WIT Press Southampton 2000, 2nd edition 2010. Ioannis Doltsinis, Large Deformation Processes of Solids, WIT Press Southampton 2004. Zusammenfassende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486801 Vorlesung und Übung Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 26 h, Selbststudium 64 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48681 Elastisch-plastische Tragwerke und Kontinua (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, Powerpoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 48690 Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke

2. Modulkürzel:	060400191	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	wird jeweils festgelegt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Luftfahrtantriebe und Turbomaschinen (BSc.) Vorlesung "Turboflugtriebwerke (MSc.)"
12. Lernziele:	Die Studierenden wissen, welche Informationen und Randbedingungen sie zur Modellbildung von Flugzeugtriebwerken benötigen. Sie können die wichtigsten Funktionen eines grafisch unterstützten Leistungssyntheseprogramms (Gasturb) und des hauseigenen textbasierten Programms (SAEPP) eigenständig bedienen. Damit können sie ein Triebwerk auf gegebene Betriebsdaten hin auslegen und bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen nachrechnen. Die Studierenden können das Verhalten von Triebwerkskomponenten bewerten, insbesondere von mehrstufigen Verdichtern.
13. Inhalt:	• Wiederholung der benötigten Grundlagen für Triebwerke im Selbststudium • Wiederholung der benötigten Grundlagen für Triebwerke unter Offdesign-Bedingungen • Stationäre Leistungsrechnung: Zweck, Grundlagen (Mittenschnittsrechnung), Aufbau (Rechenwege), Beispiele für verwendete Programme • Turbomaschinenkennfelder und wichtige Kennfeldkorrekturen (Gamma, Reynolds, Spalt, Untwist, Instrumentierung...), Kennfeldskalierung • Massenstromgleichgewicht, Schließbedingungen, Iterationen • Leistungssyntheserechnung Trockenübung • Arbeiten mit Gasturb und SAEPP (CIP-Pool), selbstständiges Lösen von Übungen • Auslegung eines Triebwerks anhand gegebener Betriebsdaten (Design) • Nachrechnung eines Triebwerkmodells für verschiedene Betriebsbedingungen (Berechnung von Betriebslinien, Parameterstudie) • Einführung in die stufenweise Verdichtermodellierung • Eventuell Generierung von Betriebsdaten (JetCat) für eine Analyserechnung (falls verfügbar) • Einführung in die transiente Leistungsrechnung

	• Seminarbegleitendes Lernen von physikalischen Zusammenhängen innerhalb von Triebwerken
14. Literatur:	Kurzke, J.: Gasturb 12 Manual, 2012, http://www.gasturb.de/manual.html
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 486901 Projektseminar Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48691 Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke (BSL), Schriftlich, 20 Min., Gewichtung: 1 48691 Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke, benotete Studienleistung (BSL), Schriftlich, 60 min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 48700 Weltraumstrahlung

2. Modulkürzel:	060500121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Christoph Nöldeke
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundlagen energetischer Teilchenstrahlung und hochenergetischer elektromagnetischer Strahlung sowie der zugrundeliegenden elektromagnetischen und nuklearen Wechselwirkungen. Sie kennen die Ursprünge der die im inneren Sonnensystem und im erdnahen Raum auftretenden energetischen Stahlen und Plasmen einschließlich des Sonnenwindes, energetischer solarer Protonen und galaktischer Strahlung. Sie entwickeln ein Verständnis für die Wechselwirkung energetischer geladener Teilchen mit der terrestrischen Magnetosphäre und kennen deren resultierende Strukturen (Strahlungsgürtel, Südatlantische Anomalie). Sie kennen die Wechselwirkungsmechanismen mit dem Raumfahrzeug (Aufladung, Ionisierung, Abschirmung) und können diese anhand von Dosistiefenkurven quantitativ abschätzen. Ferner kennen sie die Schadens-und Störmechanismen auf elektronische Systeme des Raumfahrzeugs. Sie können Auswirkungen hochenergetischer Strahlungsprozesse auf bemannte Missionen beurteilen. Sie kennen wissenschaftliche Datenbanken von Observationsmissionen (SOHO, SDO) und sind in der Lage, auf Level-2 Daten zuzugreifen und diese auszuwerten.
13. Inhalt:	• Grundlegende Physik • Der Ursprung der Raumstrahlung • Die Raumstrahlungsumgebung • Wechselwirkung von Strahlung mit dem Raumfahrzeug • Wechselwirkung von Strahlung mit Raumfahrtelektronik • Weltraumstrahlung und bemannte Raumfahrt • Kreieren der eigenen Wettervorhersage: Online-Demonstration

14. Literatur:	Power Point Presentations Rainer Schwenn: "Space Weather: The Solar Perspective Living Rev. Solar Phys.,3 (2006), 2 Original papers on a case-by-case basis Online US government and ESA data bases
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 487001 Vorlesung Weltraumstrahlung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Space Radiations: Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 24 h, Selbststudium: 66 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48701 Weltraumstrahlung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Benotete Studienleistung (BSL): mündlich 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 48710 Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung

2. Modulkürzel:	069901121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Ioannis Doltsinis
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Tragwerksanalyse, Finite Elemente, Tragwerksoptimierung
12. Lernziele:	Die Studierenden • sind mit der Quantifizierung von streuenden Daten vertraut und wissen über ihre Bedeutung für das Verhalten von Tragwerken sowie für das Ergebnis von technologischen Prozessen. • Sie beherrschen analytische und synthetische Methoden zur Berechnung des stochastischen Tragwerksverhaltens bei gegebenen Eingangsdaten für - Elastische Tragwerke - Große Verschiebungen, - Elastisch-plastische Tragwerke, - Nichtlineare Dynamik, - Inelastische Formänderungsprozesse. • Sie wissen über die Optimierung von Tragwerken sowie Prozessen bei stochastischem Verhalten, sind mit der Robustheit gegenüber streuenden Konditionen vertraut und können entsprechende Auslegungsverfahren einsetzen. Sie sind in der Lage, die Bedeutung der Eingangsdaten sowie die Eignung des Systems für robuste Auslegung zu beurteilen. Sie beherrschen die Begriffe der Zuverlässigkeit und Lebensdauer, kennen Verfahren zur Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeit von Bauteilen (analytische Verfahren erster- und zweiter Ordnung sowie Synthese stochastischer Simulation). Sie können auf eine vorgegebene Ausfallwahrscheinlichkeit hin optimieren und die Zuverlässigkeit von Tragsystemen abschätzen - im Serien- Parallel- oder Standby-Modus. • Sie sind mit den Begriffen der stochastischen Feldgrößen bzw. stochastischen Prozessen vertraut und wissen diese zu charakterisieren. • Sie lernen durchweg, der Streuung mittels analytischer Approximation sowie alternativ durch stochastische Monte Carlo Simulation Rechnung zu tragen.
13. Inhalt:	• Streuung und Charakterisierung • Stochastische Tragwerksanalyse mittels Taylorreihe - elastisch, nichtlinear, plastisch, nichtlineare Dynamik • Optimale Auslegung - Robustheit • Monte Carlo Verfahren - Tragwerksanalyse und Entwurfsertüchtigung

	• Zuverlässigkeit - Systeme und Bauteile, analytische Approximation, stochastische Simulation, Optimierung und Zuverlässigkeit • Zeitabhängige Phänomene - stochastische Prozesse und -Felder, Lebensdauer • Inelastische Formänderungsprozesse - Signifikanz der Eingangsstreuung, numerische Analyse, optimale Auslegung
14. Literatur:	Ioannis Doltsinis, Stochastic Methods in Engineering, WIT Press Southampton 2012. Ergänzende und zusammenfassende Vortragsfolien.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 487101 Vorlesung und Übung Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48711 Stochastische Tragwerksanalyse und Optimierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 48720 Wärmetransportprozesse

2. Modulkürzel:	060700165	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Wolfersdorf, Jens von; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Poser, Rico; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die theoretischen Grundlagen und Messprinzipien verschiedener Temperatur-, Wärmeleitfähigkeits- und Wärmestrommessverfahren. • kennen die Bedeutung der wichtigsten dimensionslosen Kennzahlen und können mit deren Hilfe Versuche auslegen und planen. • können geeignete Messverfahren für eine gestellte Messaufgabe hinsichtlich des Wärmetransports auswählen und sind in der Lage die gewonnenen Messdaten auszuwerten. • kennen wichtige Einflussgrößen zur Messfehlerabschätzung. • kennen Kühlungsmethoden für Antriebs- und Energiesysteme. • verstehen die Methoden zur Intensivierung des Wärmetransports. • können thermische Analysen zur vereinfachten Konzeptbewertung thermisch belasteter Komponenten in der Luft- und Raumfahrttechnik durchführen.
13. Inhalt:	• Grundlagen zu Wärmetransport, Wärmeübergangskoeffizient, Erhaltungsgleichungen, dimensionslosen Kennzahlen • Messprinzipien verschiedener Temperaturmessverfahren (z.B. Widerstandsthermometer, Thermoelemente, Thermalfarben, Temperatursensitive Farben, Thermochromatische Flüssigkristalle, Infrarot), Anwendung der Messverfahren in der Praxis (z.B. Einbausituationen, Fehlerquellen) • Messprinzipien verschiedener Wärmeleitfähigkeitsmessverfahren (z.B. stationäre Verfahren, instationäre/transiente Verfahren) • Messprinzipien verschiedener Wärmestrommessverfahren (z.B. Wand-Wärmestromsensoren, stationäre Verfahren, instationäre/transiente Verfahren, Analogien), Anwendung der Messverfahren in der Praxis (z.B. am Originalbauteil, an Modellen, stationär vs. rotierend, Postprocessing, Fehlerbetrachtungen)

	• Wärmeübertragungsintensivierung durch Oberflächenvergrößerung, Analyse von Rippenanordnungen verschiedener Form, Wärmeabgabe durch Konvektion • Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten, Strömung und Wärmeübergang in glatten und rauen Kanälen, Druckverlust und Wärmeübergang in berippten Kanälen, Zylinderanordnungen im Querstrom, Drallströmungen und Prallkühlung • Erhöhung des Wärmetransports - Wärmerohr • Wärmeübertragungsintensivierung bei Siedevorgängen
14. Literatur:	Manuskript, Folien Eckert und Goldstein: Measurements in Heat Transfer, 2nd Ed., 1976 Bernhard: Handbuch der Technischen Temperaturmessung, 2014 Incropera und DeWitt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 1996 Tropea, Yarin und Foss: Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer, 2007 Webb, R.L.: Principles of Enhanced Heat Transfer. John Wiley Sons, 1994 Han, Dutta, Ekkad: Gas Turbine Heat Transfer and Cooling Technology, Taylor and Francis, 2000 Weigand, B.: Turbinenschaufelkühlung, in: Lechler, Seume (Hrsg.): Stationäre Gasturbinen, Springer, 2003
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 487201 Vorlesung Messverfahren des Wärmetransports • 487202 Vorlesung Wärmeübertragungsintensivierung • 487203 Seminar Wärmeübertragungsintensivierung • 487204 Tutorium Wärmeübertragungsintensivierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Messverfahren des Wärmetransports, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Übungen: 17,5 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10,5 h) Wärmeübertragungsintensivierung, Seminar (freiwillig): 21 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h) Gesamt: 171,5 h (Präsenzzeit 63 h, Selbststudium 108,5 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48721 Wärmetransportprozesse (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projektor, Tafel, Folienpräsentation, Vorstellung Laborversuche, Anschauungsmaterial, Praxistermin
20. Angeboten von:	Messmethoden der Thermodynamik in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 49030 Staustrahl- und Kombinationsantriebe

2. Modulkürzel:	060400301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Markus Leitner
9. Dozenten:	Markus Leitner Manfred Zippel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden verstehen die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen luftatmenden Antriebssysteme. • Die Studierenden können die Besonderheiten eines Staustrahlantriebs erklären. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung der relevanten Ähnlichkeitsparameter und Gasdynamischen Funktionen. • Die Studierenden können eine erste grundlegende Auslegung für einen Staustrahlantrieb mit Unterschallverbrennung durchführen. • Die Studierenden können eine vergleichende Bewertung von verschiedenen Konzepten für den Überschallflug durchführen. • Die Studierenden kennen die grundlegenden Unterschiede zwischen einem Ramjet und einem Scramjet
13. Inhalt:	• Grundlagen und Anwendungen der Staustrahlantriebe • Komponenten der Staustrahlantriebe:Einlauf, Brennkammer, Schubdüse • Herleitung und Anwendung eines einfachen Auslegungsverfahrens für einen Staustrahlantrieb mit Unterschallverbrennung • Vergleich verschiedener Bauarten und Auslegungsformen • Kombinationsantriebe für Raumtransportsysteme
14. Literatur:	Vorlesungsskript "Staustrahl- u. Kombinationsantriebe Müller R.: Luftstrahltriebwerke, Grundlagen, Charakteristiken, Arbeitsverhalten Vieweg Verlag Seddon J. and Goldsmith E.L.: Intake Aerodynamics AIAA Education Series Urlaub A.: Flugtriebwerke, Grundlagen, Systeme, Komponenten Springer Verlag Braig, Zippel: Einsatz von Zweistrom-Staustrahl-Kombinationstriebwerken zum Antrieb von Hyperschall-Flugzeugen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 490301 Vorlesung Staustrahl- und Kombinationsantriebe

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Staustrahl- und Kombinationsantriebe, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49031 Staustrahl- und Kombinationsantriebe (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 49580 Statik III

2. Modulkürzel:	060600118	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Karsten Keller
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Einführung in die Plattentheorie Die Studierenden können mit Platten als wichtiges Bauelement für den Ingenieur umgehen. Sie kennen die Unterschiede zwischen der dünnen Platte, die nur Biegeverformungen aufweist und der dicken Platte, in der noch zusätzlich Schubverformungen berücksichtigen werden. Die Studierenden können mit der klassischen Theorie beider Plattenmodelle umgehen und das Tragverhalten der Platte sowie die plattenspezifischen Größen wie Ersatzschubkraft und Eckenkraft bestimmen.
13. Inhalt:	• Vorstellung der Theorie der dünnen Platte nach Kirchhoff Differentialgleichung für die Rechteckplatte und Kreisplatte • Analytische Lösung der Differentialgleichung nach Navier und Levy-Nadai • Näherungslösung nach Ritz • Theorie der schubweichen dicken Platte nach Reissner (bzw. Hencky, Mindlin) Aufstellen der Differentialgleichung und analytische Behandlung eines Spezialfalls • Einführung in die klassische Laminattheorie (CLT) Durchführen der Dickenintegration und Aufstellen der Steifigkeitsbeziehung mit der Kopplung von Scheibe und Platte • Ausbeulen der dünnen Platte • Vorlesungsbegleitende Übungsbeispiele
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien A. Nadai: Elastische Platten, 1.Aufl., Springer Verlag, Berlin (1925) K. Girkmann: Flächentragwerke, 5.Aufl., Springer Verlag, Wien (1959) S. P. Timoshenko, S. Woinowski-Krieger: Theory of Plates and Shells, 2.Aufl., MacGraw-Hill Book Co., New York (1959)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 495801 Vorlesung Statik III
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	49581 Statik III (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Visualizer, PowerPoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49590 Aeroelastizität I+II

2. Modulkürzel:	060600120	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Gunter Faust
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strukturmechanik, Strömungsmechanik, Finite Elemente
12. Lernziele:	Die Studierenden können durch die Aeroelastizität I komplexe statische Systeme inklusive des rückgekoppelten (nichtlinearen) Effektes modellieren, um Aussagen hinsichtlich des Spannungsproblems (Festigkeit und Gebrauchfähigkeit) und der Torsions- und Biegedivergenz von Flugkörpern zu treffen. Am Vergleich von analytischer Lösung eines ungepfeilten Flügels und Finite Elemente Lösung (Numerik) können die Stärken und Schwächen der jeweiligen Lösungsansätze nachvollzogen werden. Durch Aeroelastizität II kennen die Studierenden mathematische Methoden, mittels derer das komplexe Wechselspiel aus dynamischen Luftkräften und dynamischer Strukturverformung modelliert und numerisch gelöst werden kann.
13. Inhalt:	**Aeroelastizität I:** Statische Aeroelastizität: Spannungsproblem (Festikeits- u. Gebrauchsnachweis), Stabilitätsproblem (Divergenzverhalten) Torsionsdivergenz, Modellbeschreibung, Flügelquerschnitt ohne Ruder Biegedivergenz schlanker Flugkörper Ruderwirksamkeit, Modellbeschreibung, Flügelquerschnitt mit Ruder Höhenleitwerkswirksamkeit Analytische und numerische Lösung (FE)/Torsionsdivergenz des un- gepfeilten Tragflügels Biege- u. Torsionsdivergenz des gepfeilten Tragflügels Biegedivergenz - Tragflügel mit kleiner Streckung Querruderwirksamkeit - räumliches Problem **Aeroelatizität II:** Dynamische Aeroelastizität: Spannungsproblem (Festigkeits- u. Gebrauchsnachweis), Stabilitätsproblem (Flattern) Mathematische Grundlagen: Fourier-Reihe, reell + komplex Fourier-Transformierte Fouriertransformation der partikulären Lösung

	Laplace-Transformation Aerodynamik schwingender Auftriebsysteme (Potentialströmungen): Grundlagen, Grundbegriffe, Übersicht - Grundgleichungen reibungsfreier, inkompressibler Strömungen Vereinfachung - rotationsfreie Strömung, Potential- und Druckgleichung Verschiedene Näherungen für die Potential- und Druckgleichung Näherungsstufen für die Potentialgleichung (G,teaux-Ableitung) Näherungsstufen für den Druckbeiwert Harmonisch schwingende Aufriebssysteme Tragflügel in zweidimensionaler stationärer inkompressibler Strömung Fourierabgleich nach Küssner Beispiel Schlagschwingung Binäres Flattern, Stabilitätsaussage
14. Literatur:	Försching, H.W.(1974), Grundlagen der Aeroelatizität, Springer. Bisplinghoff, R.L.el. all. (1955) , Aeroelasticity, Dover. Ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 495901 Vorlesung Aeroelastizität I+II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49591 Aeroelastizität I+II (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49600 Aeroelastizität I

2. Modulkürzel:	060600119	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Gunter Faust
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strukturmechanik, Strömungsmechanik, Finite Elemente
12. Lernziele:	Die Studierenden können im Rahmen der Aeroelastizität I komplexe statische Systeme inklusive des rückgekoppelten (nichtlinearen) Effektes modellieren, um Aussagen hinsichtlich des Spannungsproblems (Festigkeit und Gebrauchfähigkeit) und der Torsions- und Biegedivergenz von Flugkörpern zu treffen.Am Vergleich von analytischer Lösung eines ungepfeilten Flügels und Finite Elemente Lösung (Numerik) können die Stärken und Schwächen der jeweiligen Lösungsansätze nachvollzogen werden.
13. Inhalt:	**Aeroelastizität I:** Statische Aeroelastizität: Spannungsproblem (Festikeits- u. Gebrauchsnachweis), Stabilitätsproblem (Divergenzverhalten) Torsionsdivergenz, Modellbeschreibung,Flügelquerschnitt ohne Ruder Biegedivergenz schlanker Flugkörper Ruderwirksamkeit, Modellbeschreibung, Flügelquerschnitt mit Ruder Höhenleitwerkswirksamkeit Analytische und numerische Lösung (FE)/ Torsionsdivergenz des un- gepfeilten Tragflügels Biege- u. Torsionsdivergenz des gepfeilten Tragflügels Biegedivergenz - Tragflügel mit kleiner Streckung Querruderwirksamkeit - räumliches Problem
14. Literatur:	Försching, H.W.(1974), Grundlagen der Aeroelatizität, Springer. Bisplinghoff, R.L.el. all. (1955), Aeroelasticity, Dover. Ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496001 Vorlesung & Übung Aeroelastizität I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49601 Aeroelastizität I (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49610 Modellbildung für Finite Elemente I + II

2. Modulkürzel:	060600122	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Ernst Schrem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente
12. Lernziele:	Die Studierenden haben ihre Grundlagenkenntnisse durch anwendungsorientierte Kenntnisse erweitert, dies befähigt sie zum praktischen Einsatz der Methode der Finiten Elemente. Dies im Besonderen bei der linearelastischen Berechnung von Bauteilen und Tragwerken: Lastabtragung, Verformungen (Steifigkeit), Festigkeit (Spannungen), Eigenschwingungen (Dynamik). Die Studierenden können damit konstruktionsbegleitende Berechnungen durchführen, die immer größere Bedeutung erlangt gegenüber der reinen Nachrechnung bereits festgelegter Konstruktionen. Sie können z.B. als Berechnungsingenieur als Partner des Konstrukteurs von Anfang an im Konstruktionsprozeß unterstützen. Sie können dabei bereits in einer sehr frühen Phase durch die Modellierung, Berechnung und Bewertung von Zwischenlösungen einen wesentlichen Beitrag zur effizienten Produktentwicklung und zu besonders hochwertigen Ergebnissen liefern.
13. Inhalt:	Teil I: Grundlagen der Modellbildung, Kontinua und Diskrete Systeme, Element-Netze, Festlegung der Systemgrenze, Lagerung, Diskretisierung der Belastung, Darstellung und Interpretation der Spannungsfelder. Teil II: Diskrete mechanische Systeme, lineare Kinematik, Gleichgewichtskräftesysteme und Kraftfluss im Inneren, Aufbau und Lösung der Systemgleichungen der Statik und Dynamik, Voraussetzungen für Modellvereinfachungen, elastomechanischer Kontakt, redundante Freiheitsgrade.
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript, E. Schrem: Diskrete Mechanische Systeme (als pdf)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496101 Vorlesung Modellbildung für Finite Elemente I + II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49611 Modellbildung für Finite Elemente I + II (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49620 Modellbildung für Finite Elemente I

2. Modulkürzel:	060600121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Ernst Schrem
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente
12. Lernziele:	Die in den Basiskursen vermittelten Grundlagen werden durch anwendungsorientierte Kenntnisse erweitert, welche beim praktischen Einsatz der Methode der Finiten Elemente benötigt werden. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der linearelastischen Berechnung von Bauteilen und Tragwerken: Lastabtragung, Verformungen (Steifigkeit), Festigkeit (Spannungen), Eigenschwingungen (Dynamik). Die Studierenden können im Besonderen dabei die konstruktionsbegleitende Berechnung berücksichtigen, die immer größere Bedeutung erlangt gegenüber der reinen Nachrechnung bereits festgelegter Konstruktionen. Hier ist der Berechnungsingenieur als Partner des Konstrukteurs von Anfang an in den Konstruktionsprozeß eingebunden. Er kann dabei bereits in einer sehr frühen Phase durch die Modellierung, Berechnung und Bewertung von Zwischenlösungen einen wesentlichen Beitrag zur effizienten Produktentwicklung und zu besonders hochwertigen Ergebnissen liefern.
13. Inhalt:	Teil I: Grundlagen der Modellbildung, Kontinua und Diskrete Systeme, Element-Netze, Festlegung der Systemgrenze, Lagerung, Diskretisierung der Belastung, Darstellung und Interpretation der Spannungsfelder.
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript, E. Schrem: Diskrete Mechanische Systeme (als pdf)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496201 Vorlesung Modellbildung für Finite Elemente I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49621 Modellbildung für Finite Elemente I (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49630 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden

2. Modulkürzel:	060600113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	André Haufe
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vertiefte Kenntnisse in Mechanik und Statik
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit den Simulationsmethoden zur Abbildung strukturmechanischer Prozesse in der Kurzzeitdynamik vertraut. Sie können die Unterschiede zur impliziten zeitintegrationsverfahren aufzeigen und die speziellen Anwendungen und Anforderungen im industriellen Einsatz diskutieren. Sich hieraus ergebende Anforderungen an die Modellbildung (Werkstoffmodelle, diverse Diskretisierungen, Verifikation und Validierung von Modellen) sind den Studenten bekannt. Der Einfluss von Diskretisierungsgrößen wie z.B. Zeitschrittgröße oder Elementgröße auf die Qualität und Belastbarkeit von Berechnungsergebnisse sind verstanden. Die Studierenden kennen die Anforderungen an die Simulation aus Industriesicht.
13. Inhalt:	• Einführung und Übersicht aktueller Anwendungen für explizite Zeitintegrationsverfahren in der FEM • Zeitintegration und Diskretisierung mit Finiten Elementen / Unterschiede zu Impliziten Verfahren • Effekte materieller Nichtlinearitäten der FEM im Industrieeinsatz • Gebräuchliche Materialformulierungen und Implementierung • Modelltechnik und -aufbau großer Impaktmodelle (z.B. Crashmodelle) • Fluid-Struktur-Interaktion für explizite Zeitintegration (Airbag-Entfaltung) • Validierung und Verifikation von Berechnungsmodellen in der Industriepraxis

14. Literatur:	Belytschko, T., Liu, W.K., Moran, B.: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Jpohn Wiley und Sons, LTD, ISBN 0-471-98773-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496301 Vorlesung Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49631 Theorie und Anwendung expliziter FE-Simulationsmethoden (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II)

2. Modulkürzel:	060600123	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Michael Reck
9. Dozenten:	Michael Reck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studenten lernen, für beliebige statische Kontinuumsprobleme Finite Elemente herzuleiten. Sie sind durch das Verständnis der Theorie der Finiten Elemente in der Lage, die Eigenschaften und die Güte der Finite-Elemente-Approximation auch ohne Rechnung abzuschätzen.
13. Inhalt:	• Variationsrechnung • Verfahren von Ritz, Trefftz und Galerkin • Ansatzfunktionen • Berechnung des linearen Gleichungssystems der FE: Steifigkeit und konsistente Lasten • Assemblierung der Elementmatrizen • Isoparametrische Transformation • Numerische Integration • Berechnung abgeleiteter Größen • Eigenschaften von FE-Approximationen
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Zusätzliche Übungen J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 1, Grundlagen, Matrixmethoden, elastisches Kontinuum, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2003 J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 2, Variationsrechnung, Energiemethoden, Näherungslösungen, Nichtlinearitäten, numerische Integration, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2004 K. J. Bathe, Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, zweite Auflage, 2002 O. C. Zienkiewicz, The Finite Element Method, McGraw-Hill, Book Company. (Deutsche Übersetzung als Hanser Fachbuch), Third edition, 1977

	K. Knothe, H. Wessels, Finite-Elemente, Eine Einführung für Ingenieure, Springer Verlag, Heidelberg, vierte Auflage, 2008
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496401 Vorlesung Finite Elemente II (Diskretisierung II)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49641 Finite Elemente II (Diskretisierung II) (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Finite Elemente III (Diskretisierung III) Nichtlineare Finite Elemente
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49650 Finite Elemente III (Diskretisierung III)

2. Modulkürzel:	060600111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	Tim Ricken
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 3. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente II (Diskretisierung II)
12. Lernziele:	Die Studierenden sind bereits mit den Grundlagen der Finiten Elemente vertraut. Sie können die numerische Methode der finiten Elemente auf zeitlich veränderliche physikalische Probleme anwenden. Die Studierenden sind mit weiteren relevanten Grundlagen in den Fächern der finiten Differenzen und der Variationsrechnung vertraut. Die sich aus der theoretischen Formulierung ergebenden numerischen Prinzipien können in den Fächern der Thermodynamik und Dynamik angewandt werden, so dass der Studierende ein vertieftes Verständnis für das implizite sowie explizite Verfahren, die integralen Methoden und die Methode der Least-Squares besitzt.
13. Inhalt:	• Finite Differenzen. Zusammenfassung und Beispiele in der Mechanik. • Variationsrechnung. Was ist der Unterschied zwischen der Differential- und Variationsrechnung? • Herleitung des Prinzips der virtuellen Arbeit mittels der Variationsrechnung.Findet eine Energieerhaltung oder ein Verlust an Energie in der Mechanik statt? • Darstellung der globalen und lokalen Variationsbetrachtungen. • Darstellung und Vergleich der Variationsmethoden im Raum: Rayleigh-Ritz, Galerkin, Kollokation, Least-Squares, • Variationsmethoden in der Thermodynamik: implizites- / explizites- / Crank-Nicolson Verfahren, Galerkin- Verfahren, Kollokationsbetrachtung, Least-Squares-Verfahren, Time-Discontinuous-Verfahren. • Lokale und globale Variationsmethoden in der Dynamik: Rayleigh-Ritz, Galerkin-Verfahren, Least-Squares Verfahren, implizite- / explizites-Verfahren, Time-Discontinuous-Verfahren.in der Zweifeldformulierung. • Stabilitätsbetrachtung der expliziten thermodynamischen und dynamischen Verfahren. • Nicht lineare Gleichungssysteme, resultierend aus nicht linearen Differentialgleichungen.

14. Literatur:	J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure, Band I und IIW. Wunderlich, Mechanics of structures, Variational and computational methods
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496501 Vorlesung Finite Elemente III
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49651 Finite Elemente III (Diskretisierung III) (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Visualizer, PowerPoint
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49660 Nichtlineare Finite Elemente

2. Modulkürzel:	060600124	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Michael Reck
9. Dozenten:	Michael Reck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Finite Elemente II
12. Lernziele:	Die Studenten lernen anhand von geometrischen Nichtlinearitäten, wie bei einer nichtlinearen Finite-Elemente-Analyse vorgegangen wird. Mithilfe von einfachen Beispielen lernen sie, wie nichtlineare Finite Elemente hergeleitet und die nichtlinearen Modellgleichungen mit der Methode der Finiten Elemente gelöst werden können.
13. Inhalt:	• Einführung in die Tensorrechnung • Einführung in die Kontinuumsmechanik • Formulierung nichtlinearer Probleme in der Mechanik • Herleitung geometrisch nichtlinearer Finiter Elemente • Kritische Punkte und Stabilität • Lösungsmethoden für die nichtlineare Finite-Elemente-Analyse • Ausgewählte Beispiele
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Literatur: • K. J. Bathe. Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, • 1986 • J. T. Oden. Finite Elements of Nonlinear Continua, McGraw-Hill, 1972 • T. Belytschko, W. K. Liu, B. Moran. Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley und Sons, 2000 • M. A. Crisfield. Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Vol. 1:Essentials, John Wiley und Sons, 1997 • H. Schade, K. Neemann. Tensoranalysis, De Gruyter, 2009 • H. Altenbach. Kontinuumsmechanik,Springer-Verlag, 2012
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496601 Vorlesung Nichtlineare Finite Elemente
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49661 Nichtlineare Finite Elemente (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 49670 Seminar Angewandte Finite Elemente

2. Modulkürzel:	060600112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken
9. Dozenten:	Tim Ricken
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Einführung in die Finite Elemente Methode
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Finite Elemente Methode (FEM) als Werkzeug zur näherungsweisen Berechnung von nichtlinearen mechanischen Randwertproblemen. Ausgehend von der Vorgehensweise bei linearen Berechnungen kennen die Studierenden die Bedeutung von geometrischen und physikalischen Nichtlinearitäten. Weiter können die Studierenden diese Randwertprobleme in eine kommerzielle Software übertragen sowie die Berechnungsergebnisse interpretieren.
13. Inhalt:	FE-Berechnungsprogramme dienen zur Ermittlung von Spannungs- und Verzerrungszuständen räumlicher Systeme. Bedingt durch ihr großes Anwendungsspektrum ist die Verwendung von kommerziellen FE-Berechnungsprogrammen, wie z.B. Ansys und Abaqus, unter Ingenieuren weit verbreitet. In den letzten Jahren wurden diese Programme stetig erweitert, sodass auch nichtlineare und gekoppelte Probleme mit ihnen berechnet werden können. Die gestiegene Komplexität der Programme führt jedoch zu einer größeren Anfälligkeit gegenüber Bedienungsfehler, welche in der Praxis zu fatalen Fehleinschätzungen führen können. Die Veranstaltung zeigt einerseits die Möglichkeiten moderner nichtlinearer Finite-Element Berechnungsprogramme auf und macht andererseits den Studierenden auf Sensibilitäten aufmerksam. Im Einzelnen werden folgende Themen angesprochen: • Grundlagen der nichtlinearen FEM • Diskretisierung und Berechnung von nichtlinearen räumlichen Systemen • Geometrische nichtlineare Berechnungen (Strukturnichtlinearitäten) • Physikalische nichtlineare Berechnungen (nichtlineare Materialgesetze) • Dynamische Analyse • Kontaktprobleme

14. Literatur:	Vortragsfolien + Übungsaufgaben
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496701 Seminar Angewandte Finite Elemente
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 60 h, Selbststudium 120 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49671 Seminar Angewandte Finite Elemente (PL), Schriftlich und Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 Die Prüfung besteht aus einer Hausarbeit und einer mündlichen Prüfung (30 Min.).
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Visualizer, PowerPoint, PC
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 50040 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I

2. Modulkürzel:	060600125	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Karsten Keller
9. Dozenten:	Hans-Jürgen Ertelt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Methoden zur Beurteilung der Schädigung von schwingend beanspruchten Konstruktionen des Maschinenwesens und speziell der Luft- und Raumfahrt. • Sie beherrschen die rechnerischen und experimentellen Verfahren bzw. Konzepte zur Abschätzung der Lebensdauer einer Konstruktion und deren Elemente. Sie sind in der Lage, Ergebnisse der Lebensdauerabschätzung kritisch zu hinterfragen und zu beurteilen. • Sie kennen die Unterschiede zwischen zügigen und zyklischen Materialkennwerten und beherrschen die Prüftechniken zur Ermittlung dieser Kennwerte. • Die Studierenden sind vertraut mit den verschiedenen Verfahren zur Analyse und Synthese von Betriebsbeanspruchungen und wissen diese bei den unterschiedlichen Schadensakkumulationsmodellen entsprechend zu berücksichtigen. Sie sind vertraut mit den aktuellen problemorientierten Standard-Last-Zeit-Sequenzen.
13. Inhalt:	Materialermüdung I Die Inhalte in „Materialermüdung I“ beziehen sich im Wesentlichen auf das sogenannte Nennspannungskonzept. • Einstufenversuch (Wöhlerversuch) • Ermüdungsfestigkeit - Mechanismus und Einflüsse • Statistische Auswertung • Zählverfahren • Betriebsfestigkeitsversuche • Schadensakkumulation • Analyse und Synthese von Lastabläufen Bruchmechanik I Die Vorlesungsinhalte in „Bruchmechanik I“ beschäftigen sich vornehmlich mit der sogenannten Linear-Elastischen-Bruchmechanik (LEB) bzw. mit der Modifizierten-Linear-

	Elastischen-Bruchmechanik (LEBM), d.h. es werden keine bzw. nur sehr kleine plastische Verformungen um die Rissspitze zugelassen.
14. Literatur:	Jürgen Ertelt, Skript zur Vorlesung, jährlich aktualisiert, mit Verweisen Ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 500401 Vorlesung Materialermüdung und Bruchmechanik I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50041 Materialermüdung und Bruchmechanik von metallischen Werkstoffen I (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 50100 Ähnlichkeitsmechanik im Ingenieurwesen und in der künstlichen Intelligenz

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Jan-Michael Pfaff
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	
13. Inhalt:	
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 501001 Vorlesung Ähnlichkeitsmechanik im Ingenieurwesen und in der künstlichen Intelligenz
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50101 Ähnlichkeitsmechanik im Ingenieurwesen und in der künstlichen Intelligenz (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 51620 Hochtemperatur-Messtechnik

2. Modulkürzel:	060700182	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Rico Poser
9. Dozenten:	Poser, Rico; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Wärmeübertragung / Wärmestrahlung
12. Lernziele:	Die Studierenden können • theoretische Grundlagen der Wärmestrahlung, der Abbildungsoptik und wichtiger Messgeräte der optischen Pyrometrie erklären. • wichtige Begriffe der Hochtemperatur-Messtechnik erläutern und gegenüberstellen. • geeignete Messverfahren für eine gestellte Messaufgabe auswählen und den zugehörigen Versuchsaufbau beschreiben. • Lösungsansätze zur Versuchsauswertung diskutieren. • wichtige Einflussgrößen zur Messfehlerabschätzung beurteilen.
13. Inhalt:	• Grundlagen zu Wärmestrahlung, Abbildungsoptik, Messgeräte der optischen Pyrometrie • Temperaturmessung über Wärmestrahlung der Festkörper und Flüssigkeiten (u.a. Messprinzipien, Vergleichsstrahler, Pseudotemperaturen, Geräte, Emissionsgradbestimmung) • Temperaturmessung über Wärmestrahlung der Gase (u.a. Messprinzipien, Anregung innerer Freiheitsgrade, Ionisierte Gase im Gleichgewicht, Auswerteverfahren, Strahldichtebestimmung, Abel-Inversion zylindersymmetrischer Strahler)
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung (Entwurf) Bernhard: Handbuch der Technischen Temperaturmessung, 2014 Kühlke: Optik - Grundlagen und Anwendungen, 2007 Hartmann: High-temperature measurement techniques for the application in photometry, radiometry and thermometry, 2009 Demtröder: Laserspektroskopie 1 - Grundlagen, 2011
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 516201 Vorlesung Hochtemperatur-Messtechnik • 516202 Praktikum Hochtemperatur-Messtechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Hochtemperatur-Messtechnik, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Hochtemperatur-Messtechnik, Praktikum (freiwillig): 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51621 Hochtemperatur-Messtechnik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:	Projektor, Folienpräsentation, Anschauungsmaterial, Praktikum (freiwillig)
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 51630 Umweltaerodynamik

2. Modulkürzel:	0601101171	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Bernd Peters
9. Dozenten:	Bernd Peters
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre
12. Lernziele:	Die Studenten sind vertraut mit: • der Entstehung der atmosphärischen Luftströmung • der statistischen Beschreibung der atmosphärischen Grenzschicht • der Strömungstopologie um komplexe Strukturen (Brücken, Gebäude, etc.) in turbulenter Anströmung • der Ermittlung statischer und dynamischer Windlasten an Bauwerken Anhand dieser Kenntnisse können die Studierenden : • unerwünschte Strömungsphänomene in der Gebäudeaerodynamik, wie z.B. winderregte Schwingungen an Baustrukturen, detektieren • beurteilen, wo an Gebäuden oder stumpfen Körpern die maximalen Windlasten auftreten und wie groß diese in etwa ausfallen • Lösungsvorschläge zur Minimierung von Windlasten oder Verhinderung unerwünschter Strömungseffekte unterbreiten
13. Inhalt:	• Einführung in die Grundbegriffe der Meteorologie • statistische Beschreibung der Turbulenz • Begriff der Korrelation • Umströmung von starren und elastischen Bauwerken und -strukturen mit abgelöster Strömung • Schadstoffausbreitung in der Atmosphäre durch turbulente Dispersion • Einführung in experimentelle Simulation und Messverfahren
14. Literatur:	• Sockel, H.: Aerodynamik der Bauwerke, 1984 • Ruscheweyh, H.: Dynamische Windwirkung an Bauwerken, 1982 • Simiu, E.: Wind Effects on Structures, 1996 • Holmes, J.: Wind Loading of Structures, 2007 • Etling, D.: Theoretische Meteorologie, 2008 • Blackadar, A.: Turbulence and Diffusion in the Atmosphere, 1997

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51631 Umweltaerodynamik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, Overhead-Projektor, PowerPoint
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 51970 Moderne Methoden der Regelungstechnik

2. Modulkürzel:	060200121	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Regelung und Systementwurf, Modul 060200110
12. Lernziele:	Robuste Regelung: • Die Studierenden sind in der Lage, anhand des Frequenzgangs die Eigenschaften eines Regelkreises zu beurteilen. • Die Studierenden sind in der Lage, die Unsicherheiten des Streckenmodells systematisch zu beschreiben. • Die Studierenden sind in der Lage, Regelkreise auf robuste Stabilität und robuste Regelqualität hin zu prüfen und robuste Regler zu entwerfen (z.B. mit dem H-Unendlich-Verfahren). Nichtlineare Regelung: • Die Studierenden beherrschen die Stabilitätsbegriffe und –kriterien für nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Methoden der nichtlinearen Regelung anzuwenden. • Die Studierenden verstehen die Wirkung eines linearen Reglers auf nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, den linearen Reglerentwurf mithilfe des nichtlinearen Streckenmodells vorzubereiten und auszubauen.
13. Inhalt:	Robuste Regelung: • Störeinflüsse und Übertragungsfunktionen im Regelkreis, Beurteilung eines Regelkreises anhand des Frequenzgangs • Analyse linearer Mehrgrößensysteme mithilfe von Singulärwertdiagramme • Beschreibung strukturierter und unstrukturierter Modellunsicherheiten, Kriterien für robuste Stabilität und robuste Regelqualität • H-Unendlich-Regelung • mue-Analyse nichtlineare Regelung: • Stabilitätsbegriffe und -kriterien • nichtlineare Entwurfsverfahren: Kennfeldregelung, nichtlineare Vorsteuerung, Ein/Ausgangs-Linearisierung, Sliding-Mode-Regelung • praktische Berechnung von Arbeitspunkten

	• Eigenschaften nichtlinearer Systeme mit linearem Regler • Anti-Windup-Vorrichtungen
14. Literatur:	• W. Grimm: Regelungstechnik 3, Skript • W. Grimm: Nichtlineare Regelung, Skript • K. Müller: Entwurf robuster Regelungen, Teubner J. Raisch: Mehrgrößenregelung im Frequenzbereich, Oldenbourg • Skogestad, S. und I. Postlethwaite: Multivariable Feedback Control, Analysis and Design, Wiley • S. Engell: Entwurf nichtlinearer Regelungen, Oldenbourg • J.-J. E. Slotine: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall • Vortragsfolien und Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 519702 Robuste Regelung • 519701 Vorlesung Robuste Regelung • 519703 Vorlesung Nichtlineare Regelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	• Robuste Regelung, Vorlesung: 14 h Präsenzzeit, 31 h Selbststudium • Robuste Regelung, Übung: 14 h Präsenzzeit, 31 h Selbststudium • Nichtlineare Regelung, Vorlesung: 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51971 Moderne Methoden der Regelungstechnik (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 30 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Kombination von Beamer und Tafelanschrieb analytische Übungsaufgaben Matlab-Übungen Lernmaterial unter ILIAS (Skripten, alte Prüfungen usw.)
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 52020 Turbulence in Aerospace Engineering

2. Modulkürzel:	060110155	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ewald Krämer
9. Dozenten:	Anna-Marie Schreyer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	The students know where turbulent flows occur in aerospace engineering applications, which effects and side effects can occur, and which relevance turbulent flows have for the design process. The students can explain phenomena related to turbulent flows. They know the theoretical background, and are familiar with simplifications of the fundamental equations for flows in typical application geometries, as well as the limitations of those simplifications. Furthermore, the students are familiar with the typical experimental methods for turbulence measurements in flow fields and geometries relevant for aerospace engineering applications. They know the advantages and drawbacks of the common measurement techniques and are capable to judge and select methodologies that are adequate for a specific case. The students are also capable of analyzing experimental data and to judge the quality of the data, and are able to apply modern post-processing techniques for flows with turbulent structures. They can process and present the gained data in a way that they can be continued to be used by others, e.g. for numerical simulations.
13. Inhalt:	Introduction to turbulence (Fundamentals, specific problems ocurring in engineering applications) Typical geometries for turbulent flows • Channel flow • Developing flows (Boundary layers, free turbulent flows, such as wake flows and jets) • Complex flow fields (Shock wave / turbulent boundary layer interactions) Measurement techniques for turbulent flows Data analysis and error estimation • Statistics (Fundamentals and definitions, correlations) • Errors and uncertainties in measurement data, error propagation • Validation and design of experiments

	• Power spectral density, spectral analysis Proper Orthogonal Decomposition (POD) • Typical applications in fluid dynamics • Reconstruction of flow field, extraction of turbulent structures from experimental data
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 520201 Vorlesung mit Übungen Turbulente Strömungen in der Luft- und Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 52021 Turbulence in Aerospace Engineering (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 • 52022 Projekt Turbulence in Aerospace Engineering (USL), Sonstige, Gewichtung: 1 Presentation of a small project in class Duration: 15 min presentation + 5 min questions
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

Modul: 56080 Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060500200	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen: Miquel Bosch Praktikum zu Lebenserhaltungssystemen in der bemannten Raumfahrt: Gisela Detrell, Harald Helisch, Jochen Keppler Praktikum zur Missionsanalyse: Marius Schwinning Praktikum zur Erdfernerkundung mit dem Flying Laptop Satelliten: Sebastian Wenzel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik I --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik I --> Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik I --> Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden wissen beispielhaft anhand von zwei Praktika, die aus vier Angeboten zu wählen sind, wie raumfahrtspezifische Grundlagen angewandt werden und können sich nach Vorgaben selbstständig darauf vorbereiten. Die Studierenden können am Ende den Umgang und das Verhalten der betrachteten technischen Systeme erklären und bewerten.
13. Inhalt:	Die Studierenden müssen am 1. Vorlesungstermin (11. April) präsent sein, um sich für 2 aus den 4 angebotenen Praktika anzumelden. Das Angebot an Plätzen für jedes Praktikum ist limitiert. Die Studierenden werden nach einer Priorisierung am 1. Vorlesungstermin zugeordnet. Angebotenen Praktika: <u>Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen:</u> Im Rahmen des Praktikums lernen die Studierenden anhand des Sojus-Raumflugsimulators den praktischen Betrieb und Bedienung eines Raumschiffes während verschiedener Flugmanöver kennen. Zunächst wird das im Studium erworbene Wissen über Bahnmechanik vertieft und erweitert. Es werden detaillierte Informationen zum Sojus-Raumschiff und seinen Systemen vermittelt. Unter Anleitung wird das erworbene Wissen anschließend in individuellen Trainingseinheiten am Simulator

	praktisch umgesetzt. Es wird der Umgang mit üblichen komplexen Prozeduren trainiert und dabei die audiovisuelle Wahrnehmung, das räumliche Vorstellungsvermögen und die motorischen Fähigkeiten verbessert. Praktikum zu Lebenserhaltungssystemen in der bemannten Raumfahrt: In diesem Praktikum lernen die Studierenden grundlegende Konzepte von physikalisch-chemischen und biologischen Lebenserhaltungs-systemen kennen. Die Studierenden führen in kleinen Gruppen ein Kultivierungsexperiment an Mikroalgenphotobioreaktoren im Labormaßstab durch. Anschließend wird von den Studierenden, mit dem am Institut entwickelten Simulationsprogram ELISSA, eine Analyse eines Lebenserhaltungs-systems für ein definiertes Missionsszenario durchgeführt. Die im Labor und in der Simulation erhaltenen Daten müssen in einem Bericht zusammengestellt und anhand von Fachliteratur diskutiert werden. Währen der Bearbeitung werden Sprechstunden mit den Dozenten angeboten. Zum Abschluss präsentieren die Studierenden ihre Ergebnisse. Praktikum zur Missionsanalyse: Im Rahmen des Praktikums lernen die Studierenden Aspekte der Missionsplanung mit Hilfe der Astos Software. Zunächst werden die Ziele der Missionsanalyse sowie der Umgang mit der Software vermittelt. Anschließend führen die Studierenden in Partnerarbeit selbstständig eine Analyse über mögliche Missionsszenarien zu einer vorgegebenen Aufgabenstellung mit Astos durch. Zu bearbeitende Aspekte sind mögliche Trajektorien, Zielorbits, Untersuchungen des Kommunikations- und Navigationsszenarios, Gewährleistung der Energieversorgung sowie gegebenenfalls Wiedereintritt und De-Orbit Optionen. Während der Bearbeitung wird eine Sprechstunde mit dem Dozenten für Fragen angeboten. Über die Ergebnisse ist ein Abschlussbericht anzufertigen. Erdfernerkundung mit dem Flying Laptop Satelliten: Im Rahmen des Praktikums lernen die Studierenden den Umgang mit Nutzlastdaten für die Erdbeobachtung und deren wissenschaftliche Auswertung. Zunächst soll hierfür eine selbst gewählte Kampagne zum Aufzeichnen der Daten entworfen werden. Hierbei können die Kameras sowie der AIS Empfänger genutzt werden. Nachdem die Daten empfangen wurden sollen sie aufbereitet und in einem Abschlussbericht sowie einer kurzen Präsentation wissenschaftlich beleuchtet werden. Während der Bearbeitung werden Sprechstunden mit dem Dozenten angeboten.
14. Literatur:	Praktikumsunterlagen (werden bei der Einführungsveranstaltung verteilt)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 560802 Praktikum zu Brennstoffzellen und Sensorik in der Raumfahrt • 560801 Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Praktikum und Training zu Rendezvous und Docking an Raumstationen: 45 h (Präsenzzeit: 20 h, Selbststudium: 25 h) Praktikum zu Lebenserhaltungssystemen in der bemannten Raumfahrt: 45 h (Präsenszeit: 15 h, Selbststudium: 30 h) Praktikum zur Missionsanalyse: 45h (Präsenzzeit: 15 h, Selbststudium: 30 h) Praktikum zur Erdfernerkundung mit dem Flying Laptop Satelliten: 45 h (Präsenzzeit: 15 h, Selbststudium: 30 h)

	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 30-35 h, Selbststudium: 50-55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	56081 Ausgewählte Praktika in der Raumfahrt (BSL), Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Soyuz-Simulator, Experimentelle Komponenten für Praktika, anwendungsspezifische Software
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 56290 Schaufelkühlungsauslegung

2. Modulkürzel:	060700306	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Weigand, Bernhard; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Neumann, Sven Olaf; Prof. Dr.-Ing. Dahlke, Stefan; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre, Wärmeübertragung
12. Lernziele:	• Die Studierenden kennen die Möglichkeiten mit einer 1D Berechnung des Kühlmassenstroms einer Schaufel • Die Studierenden kennen verschiedene Methoden zur Intensivierung des internen Wärmeübergangs • Die Studierenden kennen den Einfluss der Filmkühlung • Die Studierenden kennen den Einfluss einer keramischen Schutzschicht auf den Kühlmassenstrom • Die Studierenden kennen den Designprozess zum Auslegen einer gekühlten Gasturbinenschaufel
13. Inhalt:	Das Seminar besteht aus Vorträgen, die den Studierenden einen Überblick über die Schaufelkühlung verschaffen: • Überblick über die 1D Auslegung des Kühlsystems einer Gasturbinenschaufel • Designsysteme für Gasturbinenschaufeln in der Industrie • Möglichkeiten der Intensivierung des internen Wärmeübergangs • Filmkühlung • Auslegungsgrenzen /Optimierung der Auslegung • Anschließend legen die Studierenden (unter Betreuung) selbst ein Kühlungsdesign einer Gasturbinenschaufel aus. Die erhaltenen Ergebnisse und das erarbeitete Wissen werden durch einen Abschlussvortrag der gesamten Gruppe vorgetragen
14. Literatur:	B. Weigand: Turbinenschaufel - Kühlung. In: Lechner C, Seume J (eds): Stationäre Gasturbinen, Kap. 17, Springer, Berlin, 2. Auflage (2010), S. 609-636.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 562901 Seminar Schaufelkühlungsauslegung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 22h, Selbststudium 68h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	56291 Schaufelkühlungsauslegung (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 Vortrag (ca. 20min) am Ende des Seminars
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 57000 Aerobotics Seminar

2. Modulkürzel:	060200122	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Flugmechanik Regelungstechnik Grundlagen Vorteilhaft: grundlegende Programmierkenntnisse
12. Lernziele:	Die Studierenden sind vertraut mit dem industriellen Entwicklungsprozess einer Steuerung bzw. Regelung. Sie kennen die einzelnen Schritte beginnend mit der Definition der Anforderungen bis hin zum Flugversuch. Die Studierenden können Algorithmen zur Flugregelung entwickeln, in verschiedenen Ausbaustufen der Simulation testen und im Flugversuch verifizieren. Die Studierenden sind in der Lage, das Gesamtvorhaben sinnvoll in Teilaufgaben zu zerlegen, die Teilaufgaben auf Projektteams zu verteilen und nach den üblichen Methoden des Projektmanagements abzuarbeiten.
13. Inhalt:	Einführung in die Aufgabenstellung, die vorhandene Infrastruktur und den zu durchlaufenden Entwicklungsprozess Entwurf und Implementierung von Algorithmen zur Flugregelung in Gruppenarbeit Diskussion des Fortschritts in regelmäßigen Progress-Meetings Flugdemonstration Abschließende Präsentation und Dokumentation
14. Literatur:	W. Fichter und W. Grimm: Flugmechanik. Aachen: Shaker, 2009. Dokumentation vorhandener Simulatoren und Entwicklungsumgebungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 570001 Seminar Aerobotics
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Aerobotics Seminar: Präsenzzeit: 28h, Selbststudium: 62h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57001 Aerobotics Seminararbeit (BSL), Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 57010 Human Factors Engineering in Flight Deck Design

2. Modulkürzel:	060900124	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Gernot Konrad
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Students know the basics of Human Factors Engineering and are familiar with the Human Factors Design Process with respect to Flight Deck Layout.
13. Inhalt:	1. Introduction to Human Factors Engineering 2. User-Centered Design 3. Situation Awareness 4. Workload and Stress 5. Automation 6. Human Factors Analysis 7. Human Factors Measures 8. Cost-Justifying Usability 9. The Human Factors Design Process at a typical OEM 10.Human Factors Compliance Demonstration
14. Literatur:	Skript: Power Point Präsentation
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 570101 Vorlesung Human Factors Engineering in Flight Deck Design
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57011 Human Factors Engineering in Flight Deck Design (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 57160 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060513111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten Kriterien und Grenzen für die Modellbildung in der Strukturdynamik, • können Freiheitsgrade und kinematische Bindungen identifizieren und in unterschiedlichen Koordinatensystemen beschreiben, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Mehrkörper-Systeme aufstellen, linearisieren und lösen, • können die Bewegungsgleichungen eindimensionaler Kontinua aufstellen und lösen, • können die Bewegungsgleichungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen und lösen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit einem Freiheitsgrad berechnen, • können freie und zwangserregte Schwingungen an Systemen mit mehreren Freiheitsgraden berechnen, • kennen das Verfahren der Modalanalyse mit und ohne Dämpfung,

	• besitzen Grundkenntnisse für den Umgang mit einfachen dynamischen Finite-Elemente-Modellen.
13. Inhalt:	**Veranstaltung Dynamik I:** - Modellierung, Freiheitsgrade und Kinematik bei Mehrkörpersystemen, - Prinzip von d' Alembert, Prinzip der virtuellen Verschiebungen in der Dynamik, - Aufstellung von Bewegungsgleichungen bei Mehrkörpersystemen, - Linearisierung von Bewegungsgleichungen, - Einheitsverschiebungsgesetz in der Dynamik, - Lineare Systeme mit einem Freiheitsgrad, - Freie und erzwungene gedämpfte Schwingungen (harmon., period-, stoßartige Erregung). **Veranstaltung Dynamik II:** - Eigenwertanalyse bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - freie und erzwungene Schwingungen bei Mehrfreiheitsgradsystemen, - starre Bewegungsmöglichkeiten, - Modalanalyse, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua und deren analytische Lösung, - Bewegungsgleichungen einfacher Kontinua mit Finite-Elemente-Modellen, - Dehnstab, Biegestab, Torsionsstab.
14. Literatur:	• Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.] : Springer, 2002 • Hamel, G.: Theoretische Mechanik. Berlin [u.a.] : Springer, 1978 • Hagedorn, P. , Otterbein, S.: Technische Schwingungslehre. Band 1. Berlin , Heidelberg : Springer, 1987 • Hagedorn, P.: Technische Schwingungslehre. Band 2, Berlin , Heidelberg : Springer, 1989 • Schiehlen, W. , Eberhard, P.: Technische Dynamik. 2. Aufl. Stuttgart [u.a.] : Teubner, 2004 • Skript • zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571601 Vorlesung Dynamik 1 • 571602 Vorlesung Dynamik 2
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dynamik I, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Dynamik II, Vorlesung mit Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57161 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 80 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Mechanische Systeme
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint, Kurzvideos, kleine Experimente
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 57170 Einführung in die Finite Elemente Methode

2. Modulkürzel:	069901110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Wagner
9. Dozenten:	Jörg Wagner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I - III, Höhere Mathematik I - III
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die wichtigsten theoretischen Grundlagen zur Modellierung mechanischer Strukturen mit Finiten Elementen, • können die Gleichgewichtsbedingungen einfacher Finite-Elemente-Modelle aufstellen, lösen und auswerten.
13. Inhalt:	- Grundlagen und Anwendungen von Finite-Elemente-Modellen, - Stab-, Balken- und Stab-Balken-Element, - Thermische Lasten und Vorspannung, - Elemente aus Mehrkörpersystemen, - Koordinatentransformationen bei Finiten Elementen, - Zusammenstellung von Gesamtmodellen, - Nachlaufrechnung.
14. Literatur:	Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. 2. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer, 2002. Munz, C.-D., Westermann, T.: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen. 2. Aufl. Dordrecht [u.a.]: Springer, 2009. Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L.: The finite element method for solid and structural mechanics. 6. Aufl., Nachdruck. Amsterdam [u.a.]: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006. Skript. Zusätzliche Übungssammlung mit Lösungen.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571701 Vorlesung Einführung in die Finite-Elemente-Methode
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung mit Übungen

17. Prüfungsnummer/n und -name:	57171 Einführung in die Finite Elemente Methode (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1 Schriftliche Prüfung, 45 Min.
18. Grundlage für ... :	Alle folgenden Veranstaltungen zu Finiten Elementen.
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint
20. Angeboten von:	Adaptive Strukturen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 57180 Regelung und Systementwurf

2. Modulkürzel:	060200110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter Reinhard Reichel Werner Grimm Philipp Luithardt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Mehrgrößenregelung:** Die Studierenden sind in der Lage, lineare Mehrgrößensysteme auf ihre Eigenschaften hin zu untersuchen (Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilität usw.) und spezielle Lösungen zu charakterisieren. Die Studierenden sind in der Lage, lineare Regler in Form von Zustandsvektorrückführungen nach verschiedenen Verfahren zu entwerfen und nicht messbare Zustandsgrößen mit verschiedenen Varianten linearer Beobachter zu schätzen. **Systementwurf I:** Die Studierenden auf Ihre Eigenschaften kennen die elementaren Grundlagen zur Auslegung fehlertoleranter Luftfahrtsysteme. Dazu gehören a) Systembereiche wie fehlertolerante Avionik, Sensorik, Aktuatorik, b) Funktionen bzgl. Anwendung und Management. Die Orientierung an einem Fly-by-Wire System soll den Anwendungsbezug verdeutlichen.
13. Inhalt:	**Mehrgrößenregelung:** • Eigenschaften linearer Mehrgrößensysteme (Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Stabilität usw.) • Allgemeine und spezielle Lösung linearer Mehrgrößensysteme (z.B. für Sprungeingänge, Impulseingänge, sinusförmige Eingänge usw.) • Regelkreisstrukturen für verschiedene Regelziele (Stabilisierung bzw. Folgeregelung) • Entwurf von Zustandsvektorrückführungen mit verschiedenen Verfahren (Polvorgabe, modale Regelung, optimale Regelung) • Struktur und Entwurf linearer Beobachter (vollständig und reduziert) **Systementwurf I** • Herleiten grundlegender funktioneller und nichtfunktioneller Entwurfsanforderungen an ein Fly-by-Wire System

	• Ermitteln der Systemstruktur, Allokieren von Funktionen, Definieren der Systemgranularität, erstes "Safety Assessment • Grundlegende Ansätze zur Auslegung eines System-Managements zur fehlertoleranten Steuerung des Gesamtsystems, unterteilt in Rechner-,Sensor- und Aktuator-System-Management
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571801 Vorlesung Mehrgrößenregelung • 571802 Vorlesung Systementwurf • 571803 Übung Systementwurf 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Mehrgrößenregelung, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Systementwurf, Vorlesung und Übungen: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 63 h, Selbststudium 117 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57181 Regelung und Systementwurf (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 57190 Inertialnavigation

2. Modulkürzel:	062100999	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alfred Kleusberg
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden der Inertialnavigation. Sie können Fehlerquellen bei der Inertialnavigation benennen und deren Größenordnung und Verhalten abschätzen. Sie kennen Verfahren, wie sie mit externen Messungen verringert oder eliminiert werden können.
13. Inhalt:	Grundlagen der Inertialnavigation • Kartesische Koordinatensysteme; Koordinaten; Eigenschaften der Richtungscosinusmatrix (Direction Cosine Matrix, DCM) • Parametrisierungen einer Direction Cosine Matrix (Eulerwinkel, Quaternionen) • Ausdrücken von Rotationsgeschwindigkeiten • Koordinatensysteme für die Inertialnavigation (Inertial, ECEF, Local Level, Body, Platform) • Rotationsbewegung und Transformation zwischen den Systemen Modellierung eines Strap-Down-Navigators • Differentialgleichungssystem für ein Strapdown Inertialnavigationssystem in verschiedenen Repräsentationen (e-System, n-System) • Sensoren der Inertialnavigation (Arten und Funktionsweise von Beschleunigungsmessern und Drehratensensoren, von High precision bis low cost) • Numerische Integration der Orientierungsdifferentialgleichung • Vereinfachung, numerische Integration der Differentialgleichungen der Translation • Lösung der Geschwindigkeits- und Positionsdifferentialgleichungen • Linearisierte Fehlergleichungen im e-System • Grundzüge der Architektur einer GPS/INS-Integration, Kalmanfilter
14. Literatur:	online script
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 571901 Vorlesung Inertialnavigation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	57191 Inertialnavigation (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Navigation

Modul: 57940 Turboflugtriebwerke - Projekt

2. Modulkürzel:	060400194	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Christian Koch
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Konstruktion von Turboflugtriebwerken Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke
12. Lernziele:	Die Studierenden können in Teamarbeit ein Projekt planen, das die Anforderungen eines praxisnahen Qualitätssicherungsprozesses (Gated Process) erfüllt. Die Studierenden sind in der Lage ein industrienahes Versuchsprojekt (Flugversuch) beispielhaft und in wesentlichen Elementen umzusetzen. Das theoretische Wissen aus den Modulen "Konstruktion von Turboflugtriebwerken" und "Leistungssyntheserechnung für Turboflugtriebwerke" wird durch die Studierenden praktisch umgesetzt. Die Studierenden verstehen die Herausforderungen bei der Versuchsplanung und speziell beim Flugversuch. Die Studierenden sind in der Lage Versuchsziele, Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung zu definieren und daraus die Güte der erwarteten Ergebnisse zu schätzen.
13. Inhalt:	Industrieller Prozess zur Durchführung von Versuchen mit Prototypen Gated Prozess Pre - Test - Prediction und Post - Test - Analysis Messunsicherheit Spezielle Herausforderungen beim Flugversuch Definition der eingesetzten Messtechnik Definition des Versuchsprogramms Durchführung der Versuche Analyse Bericht Durchspielen eines für die Luftfahrtindustrie typischen Zeitraumes Diskussion der Ergebnisse Diskussion der Entscheidungen der Marktteilnehmer Diskussion der Verhandlungen der Marktteilnehmer
14. Literatur:	

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 579401 Vorlesung Turboflugtriebwerke - Projekt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57941 Turboflugtriebwerke - Projekt (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1 Kurzbericht (5 Seiten) mit vorgegebenem Format (50 %) und Mündliche Prüfung (15 min) (50 %)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 57950 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung

2. Modulkürzel:	060700183	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Weitere Sprachen

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Grazia Lamanna
9. Dozenten:	Lamanna, Grazia; Dr.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Thermodynamik
12. Lernziele:	• Die Studierenden verstehen die Methoden zur Kühlung von Turbomaschinen und Antriebssystemen. • Die Studierenden können die verschiedenen Wärmeübertragungseffekte bewerten. • Die Studierenden kennen Ansätze zur analytischen und numerischen Modellierung.
13. Inhalt:	• Erhaltungsgleichungen und Grenzschichtapproximationen • Strömung und Wärmeübertragung in internen Strömungen • Wärmeübertragung in kompressiblen Strömungen • Grundlagen der Turbulenzmodellierung • Methoden zur Steigerung des Wärmetransports
14. Literatur:	Manuskripte, Folien Malvern, Introduction to the mechanics of a continuous medium, Prentice Hall, 1969 Schlichting, Gersten, Boundary layer theory, Springer, 8th Edition, 2000 Kays, Crawford, Weigand: Convective Heat and Mass Transfer, McGraw Hill 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 579501 Vorlesung Spezielle Probleme der Wärmeübertragung • 579503 Seminar Spezielle Probleme der Wärmeübertragung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h) Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h) freiwilliges Seminar im Rahmen des angeleiteten Selbststudiums: 17 h Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57951 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Sprache der Lehrveranstaltung: • Deutsch (Wintersemester) • Englisch (Sommersemester)
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 57960 Fluidenergiemaschinen

2. Modulkürzel:	060400193	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Stephan Staudacher
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen Überblick über eine Vielzahl an Fluidenergiemaschinen erhalten. Die Studierenden versehen Vor- und Nachteile der verschiedenen Maschinen Die Studierenden kennen die Einsatzbereiche der verschiedenen Maschinen
13. Inhalt:	Die Studierenden haben einen Überblick über eine Vielzahl an Fluidenergiemaschinen erhalten. Die Studierenden versehen Vor- und Nachteile der verschiedenen Maschinen Die Studierenden kennen die Einsatzbereiche der verschiedenen Maschinen
14. Literatur:	Foliensatz Fragenkatalog Optional: Fister W., Fluidnergiemaschinen, Band 1 und 2, Springer Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 579601 Vorlesung Fluidenergiemaschinen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 30 h, Selbststudium 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57961 Fluidenergiemaschinen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 57970 Flugregelungsentwurf

2. Modulkürzel:	060200123	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Fichter
9. Dozenten:	Walter Fichter
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Mehrgrößenregelung (Modul "Regelung und Systementwurf")
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die geforderten Eigenschaften eines geregelten Flugzeugs. Die Studierenden kennen die Arbeitsweise und die Eigenschaften der wichtigsten Sensoren der Flugregelung. Die Studierenden kennen die Regelziele und verschiedene Varianten stabilitätserhöhender Rückführungen. Die Studierenden kennen die Regelziele und die Struktur der wichtigsten Autopiloten. Die Studierenden können die Entwurfsverfahren der Mehrgrößenregelung auf die Flugzeugdynamik anwenden.
13. Inhalt:	Flugeigenschaftskriterien für die Längs- und Seitenbewegung Arbeitsweise und Eigenschaften der wichtigsten Sensoren der Flugregelung stabilitätserhöhende Rückführungen in der Längs- und Seitenbewegung Autopiloten der Längs- und Seitenbewegung (Höhen- und Geschwindigkeitshaltung, Azimutregler, automatische Landung usw.) Flugreglerentwurf nach den Methoden der Mehrgrößenregelung
14. Literatur:	U. Butter, Flugregelung, Skript R. Brockhaus, Flugregelung, Springer B.L. Stevens und F.L. Lewis, Aircraft Control and Simulation, Wiley
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 579701 Vorlesung Flugregelungsentwurf
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gesamt: 90h (28h Präsenzzeit, 62h Selbststudium) Flugregelungsentwurf, Vorlesung: 28 h Präsenzzeit, 62 Stunden Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57971 Flugregelungsentwurf (BSL), Sonstige, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugmechanik und Flugregelung

Modul: 58000 Systementwurf II

2. Modulkürzel:	0609001131	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Florian Kraus
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 2. Semester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	54180 Regelung und Systementwurf
12. Lernziele:	Vertiefung der Kenntnisse im Bereich Systementwurf (Systementwurf I) durch Entwurf und Realizierung eines Fly-by-Wire-Systems im Labor.
13. Inhalt:	Auslegung, Umsetzung und Verifikation eines redundanten Fly-by-Wire-Systems: • Analyse anwendungsorientierter Systemvorgaben. • Auslegung der Management-Funktionen zum Betrieb eines redundanten Avioniksystems / Rechnersystems. • Auslegung der Management-Funktionen zum Betrieb redundanter Sensorik und Aktuatorik. • Umsetzung zentraler Funktionen in Software. • Integration der Software in einen Systemdemonstrator. • Systemverifikation anhand spezifischer Testfälle. Die Bearbeitung erfolgt selbständig und gruppenweise unter der Anleitung von Betreuern.
14. Literatur:	Reichel, R.: Systementwurf I, Skript Kraus, F.: Systementwurf II, Präsentationsfoliensatz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 580001 Praktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 48 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	58001 Systementwurf II (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Mündlich, 20 Minuten
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folien, Unterlagen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 58410 Nachhaltige Energie- und Verkehrssysteme

2. Modulkürzel:	060320009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	Po Wen Cheng
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden verfügen über ein Systemverständnis verschiedener nachhaltiger Energie- und Verkehrssysteme, wie z. B. Windenergie, Meeresenergie, Photovoltaik, Solarthermie, Energiespeicherung, Elektromobilität, Elektroflugzeuge, Biokraftstoffe, urbane Mobilität und Carsharing-Modelle. Zudem erkennen sie die Zusammenhänge zwischen den Systemen und mögliche Konfigurationen für eine nachhaltigere Gesellschaft der Zukunft.
13. Inhalt:	1) Biomasse, -gas, Biomass To Liquid (BTL) 2) Windenergie 3) Photovoltaik 4) Brennstoffzellen 5) CO2-Methanisierung 6) Wasserstoff 7) Speicherung 8) Kombikraftwerk 9) Prognosesysteme 10) Elektromobilität 11) Elektrisches Fliegen
14. Literatur:	Staiß, F., Powalla, M., Tillmetz, W., Jahresbericht ZSW 2013. Verfügbar unter http://www.zsw-bw.de/infoportal/downloads/jahresberichte.html Bauer, B., Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2014. Fraunhofer ISE, 2014. Verfügbar unter http://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/data-nivc-/stromproduktion-aus-solar-und-windenergie-2014.pdf Rohrig, K. (2013). Windenergie Report Deutschland 2013. Verfügbar unter http://windmonitor.iwes.fraunhofer.de/bilder/upload/Windenergie_Report_Deutschland_2013.pdf EWEA. (2013). Deep water - The next step for offshore wind energy. Verfügbar unter http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Deep_Water.pdf Fraunhofer IAO. Systemanalyse BWe mobil, 2010. Verfügbar unter http://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/images/downloadbereich/300/systemanalyse-bwe-mobil.pdf

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 584101 Vorlesung Nachhaltige Energie- und Verkehrssysteme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gruppenarbeit, Präsentation, Ringvorlesung
17. Prüfungsnummer/n und -name:	58411 Nachhaltige Energie- und Verkehrssysteme (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 1) Gruppenarbeit mit Präsentation und schriftlicher Ausarbeitung 2) Freiwilliger Kurztest zur Ringvorlesung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Windenergie

Modul: 58950 Composites und Leichtbau für Architekturanwendungen

2. Modulkürzel:	060310115	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Clemens Bechinger
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Knowledge about applications of composite and lightweight technologies from an architecture-perspective Skills in multidisciplinary teamwork (engineering and architecture) Detailed knowledge of manufacturing/composite/simulation technologies that facilitate creating architectural structures
13. Inhalt:	WiSe: Initial workshop on architecture and structures, delivered by architecture experts Interdisciplinary expert colloquium, directed by leading guest researchers, e.g. sandwich technologies, textile concrete, numerical analysis of architectural structures, fibre placement technologies and bionics) SoSe: Team work of 3-4 students, developing manufacturing/ composite/ simulation technologies that facilitate creating architectural structures Transfer of results to architecture students (architecture students build up a demonstrator structure (pavilion))
14. Literatur:	Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden - Helmut Schürmann
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung (WiSe) 60 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 32h) Seminar (SoSe) 120h (Präsenzzeit 20h, Ausarbeitung Technologien 80h, Bericht und Präsentation 20h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 58951 Composites und Leichtbau für Architekturanwendungen (PL), Sonstige, Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Je Gruppe insgesamt 30min Präsentation und Zusammenfassung der Ergebnisse in Berichtsform (ca. 20-30Seiten), Gewichtung Präsentation : Bericht 1 : 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

600 Fachaffine Schlüsselqualifikationen

Zugeordnete Module:

30010 Modellierung und Simulation in der Mechatronik
36060 Flugmedizin für Ingenieure
36550 Chemistry of the Atmosphere
39160 Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre
39840 Projektmanagement und System Engineering
39910 Projektseminar: Simulationstechnik - Statik
39960 Grundlagen der zerstörungsfreien Prüfung
40390 Hubschrauberseminar
41460 Projektseminar: Konstruktion - Luftfahrtantriebe
45460 Astronomie für Raumfahrt-Ingenieure
45480 Projektarbeit
50270 Modellreduktion in der Mechanik
51990 Statistik für Luft- und Raumfahrttechniker
52010 English for Aerospace Engineering
60540 Methoden der zerstörungsfreien Prüfung
61230 Einführung in die satellitengestützte Erdbeobachtung
61240 Versuchslabor in der Luft- und Raumfahrt
67330 Composites and Lightweight Design in Architecture

Modul: 30010 Modellierung und Simulation in der Mechatronik

2. Modulkürzel:	072810006	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Eberhard
9. Dozenten:	Peter Eberhard Jörg Christoph Fehr
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Wintersemester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen in Technischer Mechanik
12. Lernziele:	Kenntnis und Verständnis mechatronischer Grundlagen, selbständige, sichere, kritische und kreative Anwendung und Kombination verschiedenster mechatronischer Methoden und Prinzipien
13. Inhalt:	• Einführung und Übersicht • Grundgleichungen mechanischer Systeme • Sensorik, Signalverarbeitung, Aktorik • Regelungskonzepte • Numerische Integration • Signalanalyse • Ausgewählte Schwingungssysteme, Freie Schwingungen, Erzwungene Schwingungen • Experimentelle Modalanalyse • Anwendungen
14. Literatur:	• Vorlesungsmitschrieb • Vorlesungsunterlagen des ITM • Heimann, B., Gerth, W., Popp, K.: Mechatronik. Leipzig: Fachbuchverlag Leipzig 2007 • Isermann, R.: Mechatronische Systeme: Grundlagen. Berlin: Springer 1999
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 300101 Vorlesung Modellierung und Simulation in der Mechatronik • 300102 Übung Modellierung und Simulation in der Mechatronik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden

17. Prüfungsnummer/n und -name:	30011 Modellierung und Simulation in der Mechatronik (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Modellierung und Simulation in der Mechatronik, 1,0, schriftlich 90 min oder 30 min mündlich, Bekanntgabe in der Vorlesung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Technische Mechanik

Modul: 36060 Flugmedizin für Ingenieure

2. Modulkürzel:	060500120	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Sabine Roelcke
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Wintersemester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Wintersemester ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Wintersemester ➞ Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse über relevante humanmedizinische Grundlagen des Fliegens. • Sie kennen den Einfluss der beim Fliegen auftretenden physikalischen Phänomene auf den Menschen. • Sie verstehen den Zusammenhang zwischen diesen Einflüssen und der erforderlichen Tauglichkeitsuntersuchung bei Piloten und Bordpersonal. • Sie haben einen Überblick über wichtige Aspekte der Psychologie, Präventiv- und Notfallmedizin im Zusammenhang mit dem Fliegen.
13. Inhalt:	• Definition Flugmedizin: Aero- Medical Examiner, Aufgabengebiete, Cockpit, Kabine, Medical-Tauglichkeit für Piloten, Geschichte der Flugmedizin. • Grundlagen Flugmedizin: Optisches System, optische Illusion, Desorientiertheit, Akustik (Ohr, Gleichgewichtsorgan, Konflikte, Kinetosen), kardiovaskuläres System, Respiratorisches System, relevante Erkrankungen, zentrales Nervensystem. • Physikalische Grundlagen: Gasgesetze, Beschleunigung, ICAO, Aufbau Atmosphäre. • Spezifische Grundlagen: Einfluss Umweltfaktoren, Hypoxie, Zeitverschiebung, Jet-Lag, Klima, Temperatur, Druck im Cockpit, Vergiftungen (Kohlenmonoxid, Alkohol, Drogen, Medikamente). • Flugpsychologie:Human Factors mit Schwerpunkt Flugunfälle, Faktor Mensch und Fliegen, Stress, Flugangst, Ethik, Fehlermanagement. • Präventivmedizin: Schutzimpfungen, Fitness, Medikamente und Fliegen. • Notfallmedizin: Reanimation und Krisenintervention, medizinische Ausrüstung an Bord, Defibrillator, Telemedizin, Notlandung, rechtliche Aspekte. • Exkursion mit Besichtigung des Aeromedical Centers Germany, Falldemonstration: " Würden Sie mit diesem Piloten fliegen?, Demonstration der medizinischen Geräte und Methoden.
14. Literatur:	Flugmedizin für Privatpiloten und Passagiere

	Peter Bachmann Motorbuch-Verlag Flugmedizin Dr.Jochen Hinkelbein uni-med-Verlag Taschenbuch Flugmedizin U.Stüben Medizinisch-Wissenschaftliche-Verlagsgesellschaft Skript zur Vorlesung, Ergänzende Vortragsfolien
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36061 Flugmedizin für Ingenieure (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 36550 Chemistry of the Atmosphere

2. Modulkürzel:	030701929	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Cosima Stubenrauch
9. Dozenten:	Cosima Stubenrauch Ulrich Vogt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics inChemistry, Physics, and Air Quality Control
12. Lernziele:	The graduates of the module understand the basic physical and chemical processes in the tropo- and the stratosphere. The influence of air pollutants inthe ambient air and on a global scale can be explained, which, in turn, allows classifying and assessing the air quality in a defined area. This is the basis for the understanding and justification of air pollution abatement measures.
13. Inhalt:	**I: Chemistry of the Atmosphere (Stubenrauch)** • Structure of the atmosphere • Radiation balance of the Earth • Global balances of trace gases • OH radical • Chemical degradation mechanisms • Stratospheric chemistry, ozone hole • Tropospheric chemistry • Greenhouse effect, climate **II: Air Pollutants in Urban and Rural Areas and Meteorological Influences (Vogt)** • Spatial distribution of air pollutants in urban and rural areas • Temporal variation and trends in air quality • Carbon compounds, sulfur dioxide, particulate matter, nitrogen oxides, tropospheric ozone • Meteorological influences
14. Literatur:	• Introduction to Atmospheric Chemistry, D.J. Jacob, Princeton University Press, Princeton, 1999 • Chemistry of the Natual Atmosphere,P. Warneck,Academic Press, San Diego, 2000 • Sonderheft von Chemie in unserer Zeit, 41. Jahrgang, 2007, Heft 3, 133-295 • Air Quality Control, G. Baumbach,Springer Verlag, Berlin, 1996 • News on Topics from Internet (e.g. UBA, LUBW)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 365501 Vorlesung Chemie der Atmosphäre • 365502 Exkursion Chemie der Atmosphäre
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Attendance:35 h (28 h Lectures und 7 h Exkursion) Autonomous Student Learning:55 h Total:90 h

17. Prüfungsnummer/n und -name:	36551 Chemistry of the Atmosphere (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	blackboard, PowerPoint presentations, demonstration of measurements
20. Angeboten von:	Physikalische Chemie der kondensierten Materie

Modul: 39160 Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre

2. Modulkürzel:	100110001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Burr
9. Dozenten:	Wolfgang Burr Micha Bosler Xenia Schmidt
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine
12. Lernziele:	• Die Studierenden können die zentrale betriebswirtschaftliche Definitionen wiedergeben und lernen auf deren Basis zu argumentieren • Die Studierenden können die verschiedene Teilbereiche der Betriebswirtschaft benennen und in das Gesamtkonzept der Betriebswirtschaft einordnen sowie dortige Problemstellungen angeben und eingesetzte Instrumente anwenden • Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte betriebswirtschaftlichen Theorien zu erklären und auf bestimmte Problemstellungen anzuwenden
13. Inhalt:	Dieses einführendeModul bringt zunächst den Studierenden den Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre näher und ermöglicht ein Kennenlernen erster betriebswirtschaftlicher Begriffe sowie eine Einordnung der Betriebswirtschaftslehre in den Rahmen der Wirtschaftswissenschaften. Weiterhin werden die entscheidungstheoretischen Grundlagen und Modelle diskutiert. Anhand praxisorientierter Aufgaben wird die Entscheidungsproblematik begreiflich gemacht. Ferner werden die Einheiten der betrieblichen Leistungserstellung und die Instrumente zur Unterstützung dieser erläutert. Schließlich lernen die Studierenden die Aufgaben und Probleme der Unternehmensführung kennen. Neben der Einführung in die Theorien, Methoden und Konzepte der Unternehmensführung, bekommen die Studierenden Einblick in weitere Bereiche wie z. B. Innovationsmanagement.
14. Literatur:	• Folien zu Vorlesungen und Übungen • Übungsaufgaben im ILIAS Die Basisliteratur umfasst die folgenden Werke: • Burr, W.: Innovationen in Organisationen, aktuelle Auflage, Kohlhammer Verlag, Stuttgart. • Burr, W., Musil, A., Stephan, M., Werkmeister, C.: Unternehmensführung, aktuelle Auflage, Verlag Vahlen, München.

	• Thommen, J.-P., Achleitner, A.-K.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, aktuelle Auflage, Springer, Gabler Verlag, Wiesbaden
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 391601 Vorlesung Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre • 391602 Übung Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung - Präsenzzeit: 28 h - Selbststudium: 32 h Übung - Präsenzzeit: 14 h - Selbststudium: 16 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39161 Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, Beamer, Overhead-Projektor
20. Angeboten von:	ABWL, Innovations- und Dienstleistungsmanagement

Modul: 39840 Projektmanagement und System Engineering

2. Modulkürzel:	060500110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Rudolf Benz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Wintersemester → Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Wintersemester → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Wintersemester → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Grundlagen der Planung und Durchführung techn. Entwicklungsprojekte und verfügen über Kenntnisse projektnaher Prozesse wie Systemtechnik, Qualitätssicherung und Vertragsmanagement.
13. Inhalt:	Projektdefinition, Projektumfeld, Projektlebenszyklus, Planung, Controlling, Systemtechnikprozess, Qualitätssicherung, Vertragsmanagement.
14. Literatur:	Vorlesungsskript sowie Literaturangaben
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (22h Präsenzzeit, 68h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39841 Projektmanagement und System Engineering (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, Overhead, Beamer
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 39910 Projektseminar: Simulationstechnik - Statik

2. Modulkürzel:	060600055	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Christian Messe
9. Dozenten:	Christian Messe
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 1. Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060100001 Numerische Simulation
12. Lernziele:	Ziel dieser Veranstaltung ist es, das Entwickeln und Pflegen eines Finiten Elemente Codes zu erlernen. Die Studierenden erhalten zudem eine detaillierte Einführung in die Finite Elemente Theorie, und erlernen Möglichkeiten und Grenzen derselben.
13. Inhalt:	Anhand der kommerziellen Programmiersprache MATLAB erlernen die Studierenden die Herleitung und Visualisierung von mehrdimensionalen Interpolationspolyomen. Zusätzlich werden Verfahren zur numerischen Integration besprochen. Darauf aufbauend erlernen die Studierenden die Diskretisierung und Implementierung eines zweidimensionalen Wärmeleitungsproblems. Am Beispiel des Querschnitts einer gekühlten Triebwerksbrennkammer erstellen die Studierenden unter Anleitung einen einfachen Finiten Elemente Code. Das Programm wird schrittweise um typische Fragestellungen der Finiten Elemente Methode wie Nichtlinearitäten und explizite und implizite Zeitschrittverfahren erweitert. Als Beispiel aus der Statik wird der Zugversuch einer Scheibe mit Loch simuliert. Wieder entwickeln die Studierenden unter Anleitung einen einfachen Finiten Elemente Code zur Lösung dieses Problems. Dieser wird anschließend um eine Nachlaufrechnung erweitert, mit der zum Beispiel die Van-Mises-Vergleichsspannungen berechnet werden. Abschließend wird ein Überblick über weiterführende Themen der Programmiertechnik wie Speicheroptimierung und Objektorientierung gegeben.
14. Literatur:	Programmhandbücher, Tutorials, Aufgabenbeschreibung, ergänzende Literatur zu den jeweiligen Seminaraufgaben
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 399101 Seminar Projektseminar: Simulationstechnik - Statik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (10h Präsenzzeit, 80h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 39911 Projektseminar: Simulationstechnik - Statik - Hausarbeit (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 • 39912 Projektseminar: Simulationstechnik - Statik - Referat (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:	Vorlesung, einführende Gruppenübungen, Rechnerübungen, Sprechstunden
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 39960 Grundlagen der zerstörungsfreien Prüfung

2. Modulkürzel:	041711023	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Kreutzbruck
9. Dozenten:	Prof. Dr. rer. nat. habil. Marc Kreutzbruck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Sommersemester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit dem Prinzip und den typischen Anwendungsbereichen der einzelnen zerstörungsfreien Prüfverfahren (ZfP) vertraut. Sie können die am besten geeigneten Verfahren für spezifische Anwendungen auswählen und die damit erzielten Ergebnisse zuverlässig interpretieren.
13. Inhalt:	• Grundlagen von Schwingungen und Wellen • Vorstellung der modernen ZfP-Verfahren, geordnet nach elektromagnetischen Wellen, elastischen Wellen (linear und nichtlinear) und dynamischem Wärmetransport (z.B. Lockin-Thermografie) • Einteilung der Verfahren nach physikalischen Prinzipien sowie deren Vorteile, Einschränkungen und schließlich typische Anwendungsbeispiele an industrierelevanten Bauteilen
14. Literatur:	Präsentation in pdf-Format C. J. Hellier: *Handbook of nondestructive evaluation* , McGraw-Hill. L. Cartz: *Nondestructive testing* , ASM Int. Spezielle und aktuelle Veröffentlichungen, die im Laufe der Vorlesungen verteilt werden. Weiterführende Literaturzitate im Laufe der Vorlesung
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit: 69 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39961 Zerstörungsfreie Prüfung (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Beamer-Präsentation • Tafelanschriebe
20. Angeboten von:	Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

Modul: 40390 Hubschrauberseminar

2. Modulkürzel:	060300060	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Holger Ahlborn
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Sommersemester → Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Sommersemester → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine
12. Lernziele:	Den Studenten sollen die Grundlagen der Hubschrauberentwicklung im industriellen Umfeld vermittelt werden. Ihnen werden dabei die einzelnen Disziplinen und deren Vernetzung bei der Hubschrauberentwicklung vermittelt.
13. Inhalt:	Verschiedene Dozenten der verschiedenen Fachabteilungen der Firma Airbus Helicopters wie Statik, Aerodynamik, Flugversuch etc. geben einen Einblick in ihre Themengebiete.
14. Literatur:	Präsentationen der Dozenten zu den einzelnen Fachgebieten
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40391 Hubschrauberseminar (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Beamer
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 41460 Projektseminar: Konstruktion - Luftfahrtantriebe

2. Modulkürzel:	060400002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Felix Döring Stephan Staudacher
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs jedes Semester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine
12. Lernziele:	• Einführung in Bauweisen und konstruktive Fragestellungen der Turboflugtriebwerke • praktische Auseinandersetzung mit einem Turboflugtriebwerk der ersten Generation (Turbomeca Marbore) unter Berücksichtigung der Unterschiede zu modernen Bauweisen
13. Inhalt:	• theoretische Vorbetrachtung im Rahmen von 4 Vorlesungsterminen • Vortestat zur Vorbereitung auf den praktischen Seminarteil • Demontage, Inspektion und Montage eines Turboflugtriebwerks erster Generation (Turbomeca Marbore) in Kleingruppen an einem Nachmittagstermin inkl. Anfertigung eines Protokolls • Konstruktions- und Zeichenaufgabe • schriftlicher Test
14. Literatur:	Vorlesungsfolien, Zeichnungssatz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (22h Präsenzzeit, 68h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	41461 Projektseminar: Konstruktion - Luftfahrtantriebe (BSL), Schriftlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Beamer, Zeichnungssatz, Labor (unter Anleitung)
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 45460 Astronomie für Raumfahrt-Ingenieure

2. Modulkürzel:	060500100	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Hans-Ulrich Keller
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs jedes Semester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs jedes Semester ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse der astronomischen Beobachtungsinstrumente. Sie beherrschen die Grundlagen der Sphärischen Astronomie und Himmelsmechanik und besitzen Basiswissen über Aufbau und Struktur unseres Sonnensystems und relevante Raumfahrtziele.
13. Inhalt:	• Aufbau und Struktur des Universums • Sphärische Astronomie (Koordinaten + Zeitrechnung) • Himmelsmechanik (Ephemeridenrechnung + Bahnbestimmung) • Physik der Körper des Sonnensystems
14. Literatur:	Buch: Kompendium der Astronomie von H.-U. Keller, Franckhsche Verlagshdlg. , 4. Auflage, Stuttgart 2008 Skriptum zur Vorlesung
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45461 Astronomie für Raumfahrt-Ingenieure (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 benotete Studienleistung(BSL), Schriftlich, 60Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugastronomie und Extraterrestrische Raumfahrtmissionen

Modul: 45480 Projektarbeit

2. Modulkürzel:	060400001	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Staudacher
9. Dozenten:	Stephan Staudacher
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Sommersemester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden sind auf die in der Luft- und Raumfahrt übliche multidisziplinäre Arbeit in integrierten Projektteams vorbereitet. Schwerpunkt ist die Zusammenarbeit unter den Studierenden, die, um Probleme zu lösen, gemeinsame Ziel setzen sowie Strategien, Verhaltens- und Vorgehensweisen erarbeiten müssen.Die Studierenden haben an Hand eines konkreten Beispielprojektes gelernt sich an einem gemeinsamen Ziel auszurichten und in einer Gruppe zusammenzuarbeiten. Im Rahmen dieser Projekterfahrung haben Sie verstanden, dass effektive Arbeits- und Rollenverteilung wesentlich zum Erfolg beitragen. Die damit verbundenen Herausforderungen an die Schnittstellendefinition und die Kommunikation unter den Mitgliedern des Projektteams sind verstanden. Die Studierenden haben gelernt als Gruppe effektiv auf Zieltermine hinzuarbeiten, über ihren Projektfortschritt regelmäßig zu berichten und haben Praxis im Präsentieren ihrer Ergebnisse erlangt.
13. Inhalt:	Den Teilnehmern wird in Seminarform die Aufgabenstellung vorgestellt. Hierbei wird die von den Arbeitsgruppen geforderte Leistung inklusive der damit verbundenen Zieltermine klar spezifiziert. Darüber hinaus werden grundlegende Regeln für die Arbeit in Arbeitsgruppen (Teams) vorgestellt. Im Rahmen des Seminars berichten die Teams später über Ihre Fortschritte und Probleme. Sie erhalten im Rahmen ihrer Berichte die notwendige Unterstützung um die Projektarbeit erfolgreich abschließen zu können. Die Projektarbeit selbst erfolgt selbstständig.
14. Literatur:	Aufgabenstellung, Meilensteinplan, Gruppengespräch
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Projektarbeit Luft- und Raumfahrttechnik (WiSe), Seminar: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h) Projektarbeit Luft- und Raumfahrttechnik (WiSe), Seminar: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 110 h)

17. Prüfungsnummer/n und -name:	45481 Projektarbeit (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 50270 Modellreduktion in der Mechanik

2. Modulkürzel:	072810024	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Peter Eberhard
9. Dozenten:	Jörg Christoph Fehr
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Sommersemester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	basics in applied mechanics and mathematics, numerics
12. Lernziele:	The students know about the different technologies available for model reduction of mechanical systems. They are able to select the appropriate solution technique according to the given framework. They have the competence for the first implementation of model reduction algorithms
13. Inhalt:	The course teaches the basics of model reduction of mechanical systems with the following syllabus: - basic concept and description forms of dynamical system - mathematical foundations of model redcution - modal reduction techniques - SVD-based reduction techniques - Krylov-based reduction techniques - numerical analysis - error analysis - nonlinear model reduction techniques
14. Literatur:	lecture notes lecture materials of the ITM additional literature: A. Antoulas: "Approximation of Large-Scale Dynamical Systems", SIAM, Philadelphia, 2005. W. Schilders, H. van,der Vorst: "Model Order Reduction ", Springer, Berlin, 2008.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden Summe: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50271 Modellreduktion in der Mechanik (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 schriftlich 40 min oder mündlich 20 min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Technische Mechanik

Modul: 51990 Statistik für Luft- und Raumfahrttechniker

2. Modulkürzel:	062300091	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Li Zhang
9. Dozenten:	Aiham Hassan Li Zhang
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs jedes Semester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	HM 3 (Luft- und Raumfahrttechnik)
12. Lernziele:	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Statistik und sind in der Lage sie auf Problemstellungen in der Luft- und Raumfahrttechnik, insbesondere in der Messtechnik und der Datenanalyse anzuwenden.
13. Inhalt:	- Diskrete und stetige Zufallsgrößen, - Häufigkeitsfunktion und Wahrscheinlichkeitsdichte, Summenhäufigkeitsfunktion und Verteilungsfunktion, - Mittelwert und Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung, - zwei- und n-dimensionale Zufallsvektoren, - Kovarianzmatrix und Korrelationskoeffizient, - Binomische und Hypergeometrische Verteilung - Rechteckverteilung, Dreieckverteilung - Normalverteilung - c2-Verteilung, t-Verteilung, F-Verteilung - Konfidenzbereich, Konfidenzellipse und Konfidenzhyperellipsoid, - Normalverteilter Zufallsvektor, 2- und n-dimensionale Normalverteilung, - Statistische Tests, Grundzüge der Testtheorie, - Signifikanztests für die Differenz zweier Zufallsvariablen, - Signifikanztests für den Vergleich von Standardabweichungen und Korrelationskoeffizienten, - Tests auf Normalverteilung, Schiefe und Exzess einer Verteilung, - Verteilungsunabhängige Testverfahren, Anwendung der Testverfahren in der Messtechnik und Datenanalyse
14. Literatur:	- Niemeier, W. (2008): Ausgleichungsrechnung. Verlag Walter de Gruyter, Berlin, New York. Sachs, L., Hedderich, J. (2009): Angewandte Statistik. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium: 62 h Gesamtzeit: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51991 Statistik für Luft- und Raumfahrttechniker (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Ingenieurgeodäsie und Geodätische Messtechnik

Modul: 52010 English for Aerospace Engineering

2. Modulkürzel:	SZ-060003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	John Nixon
9. Dozenten:	Dr. Joseph Michaels
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs jedes Semester → Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Studierende sollten mindestens die Sprachfähigkeiten des C1-Niveaus vorweisen können (entspricht in etwa siebenjährigem Englischunterricht in der Schule). Ein Einstufungstest vor der ersten Unterrichtssitzung ist zu absolvieren.
12. Lernziele:	Studierende werden die Möglichkeit haben, ihre Fähigkeiten in akademischem und technischem Englisch in den Sparten der Luft- und Raumfahrttechnik zu verbessern. Sie werden mit geläufigen Fehlern bekannt gemacht, die häufig von Nicht-Muttersprachlern/ Fremdsprachlern in Diskussionen auf Englisch in diesen Sparten gemacht werden. Zusätzlich werden die Studierenden mit den sprach- und strukturbedingten Eigenarten wissenschaftlicher Forschungsartikel sowie deren Verhältnis zu Masterarbeitsthemen vertraut gemacht.
13. Inhalt:	• Technisches und akademisches Englisch in beidseitigem Verhältnis zur Luft- und Raumfahrttechnik • Fallstudien zur Blended Wing Body (die übergangslose Flügel-Rumpf-Verbindung) und Satellitenkommunikation • Fundierte Quellenherkunft wissenschaftlicher Forschungsartikel aus etablierten Magazinen wie dem Journal of Aircraft, sowie dem Journal of Aerospace Engineering • Übungen zur Verbesserung technischer sowie akademischer Sprech- und Schreibfähigkeiten
14. Literatur:	English for Academics 1 und 2, Cambridge University Press / British Council, ISBN: 978-1-107-43476-9, 978-1-107-43502-5-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 2 SWS, 28 h Nachbearbeitungszeit: 62 h Summe: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	52011 English for Aerospace Engineering (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 Quiz, Presentation (ca. 15 Minuten pro Person), Forschungsartikel. Die genaue Art und der genaue Umfang des Leistungsnachweises werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Sprachenzentrum

Modul: 60540 Methoden der zerstörungsfreien Prüfung

2. Modulkürzel:	041711001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Kreutzbruck
9. Dozenten:	Dr. rer. nat. habil. Marc Kreutzbruck
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Sommersemester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine
12. Lernziele:	Die Studierenden sind mit dem Prinzip und den typischen Anwendungsbereichen der einzelnen zerstörungsfreien Prüfverfahren (ZfP) vertraut. Sie kennen die Besonderheiten, so dass sie die am besten geeigneten Verfahren für spezifische Anwendungen auswählen und die damit erzielten Ergebnisse zuverlässig interpretieren können. Sie sind nach den Übungen und dem Praktikum in der Lage, bauteil- und werkstoffspezifisch das optimale zerstörungsfreie Prüfverfahren auszuwählen, im Prüflabor auf vorgegebene Bauteile anzuwenden, den Messablauf zu protokollieren, das Ergebnis zu interpretieren und die Genauigkeit der Aussage zu quantifizieren. Sie sind in der Lage, die werkstoffspezifischen Fehler zu klassifizieren und auch zu charakterisieren. Sie wissen, worauf es bei Messungen mit dem jeweiligen Prüfverfahren ankommt (Messtechnikaspekt) und können die benötigten einzelnen messtechnischen Komponenten auswählen und bedienen.
13. Inhalt:	**Vorlesung:** • Grundlagen von Schwingungen und Wellen • Vorstellung moderner zerstörungsfreier Prüfverfahren, wie Röntgen, Wirbelstrom, magnetische Streuflußprüfung, Ultraschall, Thermografie und weitere Sonderverfahren • Erläuterung des zugrundeliegenden physikalischen Prinzips sowie Beschreibung der Vorteile und Einschränkungen • Typische Anwendungsbeispiele an industrierelevanten Bauteilen **Übungen:** • Folgen inhaltlich dem Aufbau der Vorlesung • Vertiefung des gelernten Vorlesungsstoffs • Vorbereitung für das Praktikum **Praktikum:** • Folgt inhaltlich dem Aufbau der Vorlesung und den Übungen • Anwendung der Verfahren auf konkrete praxisrelevante Beispiele
14. Literatur:	Präsentation im pdf Format Übungsaufgaben Praktikumsunterlagen C.H. Hellier: *Handbook of nondestructive evaluation* , McGraw-Hill.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 605401 Vorlesung Zerstörungsfreie Prüfung • 605402 Übung Zerstörungsfreie Prüfung • 605403 Praktikum Zerstörungsfreie Prüfung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: Vorlesung: 28 h Übungen: 14 h Praktikum: 14 h Selbststudium: Vorlesung: 62 h Übungen: 31 h Praktikum: 31 h Summe: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60541 Zerstörungsfreie Prüfung (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Das Modul Methoden der zerstörungsfreien Prüfung besteht aus den Teilen Grundlagen der zerstörungsfreien Prüfung, Übungen und Praktikum.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	• Beamer-Präsentation • Tafelanschriebe
20. Angeboten von:	Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

Modul: 61230 Einführung in die satellitengestützte Erdbeobachtung

2. Modulkürzel:	060500124	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Volker Liebig
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Wintersemester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	
13. Inhalt:	
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	61231 Einführung in die satellitengestützte Erdbeobachtung (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 61240 Versuchslabor in der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060700501	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Belz, Stefan; Dr.-Ing. Fasoulas, Stefanos; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Leitner, Markus; Dr.-Ing. Peters, Bernd Poser, Rico; Dr.-Ing. Roth, Norbert; Dr.-Ing. Wolfersdorf, Jens von; Univ.-Prof. Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, Fachaffine SQs Sommersemester ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden können Erwartungen und Hypothesen an technisch-physikalische Prozesse im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik formulieren. • Die Studierenden können diese anhand von praktischen Messungen bewerten. • Die Studierenden können in einer Gruppe zusammen arbeiten und ein gemeinsames Ziel verfolgen. • Die Studierenden können typische Versuche aus dem Bereich Luft- und Raumfahrt durchführen und geeignete Messmethoden und Instrumentierungen auswählen. • Die Studierenden können Fehlereinflüsse durch gewählte Versuchsvereinfachungen, Messverfahren und Datenunsicherheit auf das Messergebnis analysieren.
13. Inhalt:	• Praktische Anwendungen des erworbenen theoretischen Wissens durch ausgewählte Laborexperimente. • Erfahrungen bei der Definition von technischen Fragestellungen und gezielter versuchstechnischer Problemlösung. • Erfahrungen mit Versuchsaufbauten, Messmethoden, Datenauswerte - und Bewertungsmethoden in den Bereichen Strömungsmechanik, Thermodynamik, Raumfahrt und Luftfahrtantriebe.
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Einführungsvorlesungen: 25 h (Präsenzzeit 10 h, Selbststudium 15 h) Labore: 80 h (Präsenzzeit 32 h, Selbststudium 48 h) Gesamt: 105 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 63 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	61241 Versuchslabor in der Luft- und Raumfahrt (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1

	schriftlicher Kurztest (15-20min) und schriftliche Versuchsauswertung (gleiche Gewichtung) je Labor =>;; Teilnote je Labor. Teilnoten werden arithmetisch gemittelt für Modulnote.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Messmethoden der Thermodynamik in der Luft- und Raumfahrttechnik

Modul: 67330 Composites and Lightweight Design in Architecture

2. Modulkürzel:	060310115	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Middendorf
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Fachaffine Schlüsselqualifikationen --> Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Knowledge about applications of composite and lightweight technologies from an architecture-perspective • Skills in multidisciplinary teamwork (engineering and architecture) • Detailed knowledge of manufacturing/composite/simulation technologies that facilitate creating architectural structures
13. Inhalt:	WiSe: • Initial workshop on architecture and structures, delivered by architecture experts • Interdisciplinary expert colloquium, directed by leading guest researchers, e.g. sandwich technologies, textile concrete, numerical analysis of architectural structures, fibre placement technologies and bionics) SoSe: • Team work of 3-4 students, developing manufacturing/ composite/ simulation technologies that facilitate creating architectural structures • Transfer of results to architecture students (architecture students build up a demonstrator structure (pavilion))
14. Literatur:	Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden - Helmut Schürmann
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 673301 Vorlesung Composites and Lightweight Design in Architecture • 673302 Seminar Lightweight manufacturing technologies in architecture
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung (WiSe) 60 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 32h) Seminar (SoSe) 120h (Präsenzzeit 20h, Ausarbeitung Technologien 80h, Bericht und Präsentation 20h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67331 Composites and Lightweight Design in Architecture (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1 Je Gruppe insgesamt 30min Präsentation und Zusammenfassung der Ergebnisse in Berichtsform (ca. 20-30Seiten), Gewichtung Präsentation : Bericht 1 : 1

18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 60170 Komplexe Avioniksysteme

2. Modulkürzel:	060900126	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhard Reichel
9. Dozenten:	Reinhard Reichel, Robert Mansk e.a.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Systementwurf I/II
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Grundlagen multifunktionaler (integrierter), verteilter, fehlertoleranter Avioniksysteme, können derartige Systeme entwerfen und besitzen darin vertiefte Kenntnisse durch ein anschließendes Praktikum.
13. Inhalt:	Komplexe Avioniksysteme I: • Erweiterung bisheriger Grundlagen auf multifunktionale (integrierte), fehlertolerante, verteilte Avioniksysteme: • Erweiterung der Grundlagen wie Agreement, Reliable/Total Broadcast resp. Consensus e.a. • Grundlegende Management-Mechanismen zum Betrieb solcher Systeme. • Herleitung verteilter Systemarchitekturen. • Herleitung einer Software-Architektur. • Exemplarische Systemauslegung für ein Fly-by-Wire System für das Institutsflugzeug Diamond DA40. Komplexe Avioniksysteme II: Zur Vertiefung der Kenntnisse bauen die Studierenden im Labor einen Labordemonstrator auf: • Auslegung eines vereinfachten Fly-by-Wire Systems auf Basis einer verteilten Avionikarchitektur. • Einarbeitung in ein teilautomatisiertes System-/Software-Entwicklungsverfahren. • Systemrealisierung mittels des o.a. System-/Software-Entwicklungsverfahrens. • System-Verifizierung / Validierung.
14. Literatur:	Will be announced during the courses.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 601701 Vorlesung Komplexe Avioniksysteme I • 601702 Praktikum Komplexe Avioniksysteme II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gesamt 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h) Komplexe Avioniksysteme I: 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium Komplexe Avioniksysteme II: 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium

17. Prüfungsnummer/n und -name:	60171 Komplexe Avioniksysteme (PL), Schriftlich und Mündlich, Gewichtung: 1 Präsentation (20min) und mündliche Prüfung (20min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Komplexe Avioniksysteme I: Folien Komplexe Avioniksysteme II: Praktikumsunterlagen
20. Angeboten von:	Luftfahrtsysteme

Modul: 60190 Satelliteninstrumente I

2. Modulkürzel:	060500201	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Ralf Srama
9. Dozenten:	Ralf Srama
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Students know the basics of space sensors and they have an overview about remote-sensing instruments. They can characterize optical measurement techniques and spectrometers. They can classify radiation sources and the related units.
13. Inhalt:	Introduction into radiation sources, instrumentation of the Flying Laptop satellite, filter spectrometer, grid-based spectrometer, prisma spectrometer, classes of interferometers, heterodyne spectrometer, infrared systems, camera systems (UV, visible, IR), radiation detectors, optical sensors (CCDs), bolometer systems
14. Literatur:	Principles of Space Instrument Design, A. M. Cruise et al., Cambridge Univ. Press, 1998, Vortragsfolien zu Vorlesungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 601901 Vorlesung Satelliteninstrumente • 601902 Übung Satelliteninstrumente
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Satelliteninstrumente, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 20 h, Selbststudium: 40 h), Satelliteninstrumente, Übungen: 30 h (Präsenzzeit: 10 h, Selbststudium: 20 h), Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 30 h, Selbststudium: 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60191 Satelliteninstrumente I (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 60200 Satelliteninstrumente II

2. Modulkürzel:	060500202	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Ralf Srama
9. Dozenten:	Ralf Srama
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	The students know the basics of in-situ sensors and they have an overview about in-situ instruments and their characteristics. The students know applications of various instrument types. Physical measurement principles are discussed and superconductivity is introduced as a basic phenomena for current and future applications.
13. Inhalt:	The main theme of this lecture is in-situ instrumentatiion. Typical in-situ instruments are particle instruments (electrons, ions), dust sensors or magnetometers. Micrometeoroid detection principles are discussed and characterized. The Cosmic Dust Analyzer of the Cassini mission is explained and related siencitific results are presented. The instrumentation of the Rosetta spacecraft and superconductivity for spacecraft applications are further topics.
14. Literatur:	Principles of Space Instrument Design, A. M. Cruise et al., Cambridge Univ. Press, 1998, Vortragsfolien zu Vorlesungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 602001 Vorlesung Satelliteninstrumente • 602002 Übung Satelliteninstrumente
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Satelliteninstrumente, Vorlesung: 60 h (Präsenzzeit: 20 h, Selbststudium: 40 h), Satelliteninstrumente, Übungen: 30 h (Präsenzzeit: 10 h, Selbststudium: 20 h), Gesamt: 90 h (Präsenzzeit: 30 h, Selbststudium: 60 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60201 Satelliteninstrumente II (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 67410 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I

2. Modulkürzel:	060500126	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Alfred Krabbe
9. Dozenten:	Alfred Krabbe
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Vorlesung: Die Studenten verstehen Grundlagen der Infrarot-Astronomie. Dazu zählen der Aufbau des Universums (Gaswolken, Sterne, Planetensysteme, Galaxien,) sowie die notwendige Himmelsmechanik. Sie verstehen astrophysikalische Grundprozesse wie die Strahlungsprozesse im infraroten Spektralbereich sowie des Strahlungstransports in z.B. Sternen. Sie kennen die physikalischen Prozesse für die Absorption elektromagnetischer Strahlung und wie diese technisch zur Detektion ausgenutzt wird (vom Photo zum CCD-Sensor). Sie verstehen den prinzipiellen optischen Aufbau von Linsen- und Spiegel-Teleskopen (Optik) sowie die mechanischen Anforderungen an verwendete Teleskop-Montierungen. Sie verstehen die Funktionsweise von astronomischen Infrarot-Kameras und -Spektrometern (Gitter- und Fabry-Perot Spektrographen). Sie verstehen den Einfluss der Erdatmosphäre auf astronomische Beobachtungen und wie diese technisch korrigiert werden können (Wellenlängen abhängige Transmission der Erdatmosphäre, Einsatz der adaptive Optik, Speckle Interferometrie und Laser gestützte Beobachtungen).
13. Inhalt:	• Allgemeine Einführung in die Infrarot-Astronomie, Himmelsmechanik • Methoden und Bedeutung infraroter Beobachtungen • Strahlungsprozesse, besonders im infraroten Spektralbereich • Aufbau und Betrieb von Detektoren zur Detektion infraroter elektromagnetischer Strahlung • Astronomische Instrumentierung: Teleskope, Kameras, Spektrographen, (erdgebunden wie Satelliten gestützt). • Methoden und Instrumente zur Bestimmung von Einfluss und Korrektur von Effekten der Erdatmosphäre, besonders im infraroten Spektralbereich
14. Literatur:	Power Point Präsentationen

	Wissenschaftl. Veröffentlichungen ja nach Bedarf Literatur: • Jeffrey Bennett: Astronomie: Die kosmische Perspektive, Pearson Studium Physik • A. Unsöld und B. Baschek: Der neue Kosmos: Einführung in die Astronomie und Astrophysik, Springer • I.S. Glass: Handbook of Infrared Astronomy, Cambridge University Press • G.H. Rieke: Detection of light (from the UV to the submm), Cambridge University Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 674101 Vorlesung Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung WiSe : 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67411 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugastronomie und Extraterrestrische Raumfahrtmissionen

Modul: 67420 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II

2. Modulkürzel:	060500127	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Alfred Krabbe
9. Dozenten:	Alfred Krabbe Maja Kazmierczak-Barthel
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Die Veranstaltung baut auf die Inhalte der Vorlesung "Experimentelle Methoden Infrarot-Astronomie I" auf
12. Lernziele:	Vorlesung: Die Studenten verstehen mathematische Formulierungen astrophysikalischer Grundprozesse. Sie verstehen zudem die Natur astrophysikalischer Phänomene wie der noch nicht im ersten Vorlesungsteil behandelten Themen (z.B. 3K-Hintergrundstrahlung, Nachweis Schwarzer Löcher, Strahlungstransports in Sternen, Existenz dunkler Materie) Sie verstehen die mathematischen Grundlagen der Optik, der Fourier-Optik und der Gitter-Optik und ihre Bedeutung bei der Konstruktion von Teleskopen und astronomischer Instrumentierung. Desweiteren werden sie vertraut sein mit aktuellen Komponenten astronomischer Instrumente wie z.B. Detektoren der neuesten Generation oder Heterodyn-Detektoren. Sie werden vertraut sein mit den Grundprinzipien kryogener Technik, da der Nachweis infraroter Strahlung die Kühlung des Detektors bis hin knapp über den absoluten Nullpunkt erfordert. Die Studenten werden verstehen, welche Voraussetzungen an astronomische Messungen gestellt werden um wissenschaftliche Ergebnisse ableiten zu können und welche Kalibrationen hierzu nötig sind. Als aktuelles Beispiel werden die Studenten einen Überblick über das SOFIA-Observatorium (Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy) der NASA und des DLR erhalten. Praktikum: Die Studenten verstehen während der Durchführung einer Beobachtungskampagne die Bedeutung und Funktionsweise ferngesteuerter Beobachtungen und wie diese geplant, koordiniert und durchgeführt werden. Sie verstehen wie die erhaltenen astronomischen Daten ausgewertet und analysiert werden.
13. Inhalt:	Vorlesung : • Vertiefende Kenntnisse der Infrarot-Astronomie und Astrophysik • Vertiefende Optik-Kenntnisse • Astronomische "State-of-the-art" Instrumentierung • Der "Arbeitsalltag" des Astronomen

	Praktikum : • Ferngesteuerte Beobachtung astronomischer Objekte mit dem 0.6 m Teleskop in Kalifornien,USA • Auswertung aufgenommener Daten.
14. Literatur:	Power Point Präsentationen Wissenschaftl. Veröffentlichungen ja nach Bedarf Literatur: Jeffrey Bennett: Astronomie: Die kosmische Perspektive, Pearson Studium Physik A. Unsöld und B. Baschek: Der neue Kosmos: Einführung in die Astronomie und Astrophysik, Springer I.S. Glass: Handbook of Infrared Astronomy, Cambridge University Press G.H. Rieke: Detection of light (from the UV to the submm), Cambridge University Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 674201 Vorlesung Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II • 674202 Praktikum Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung SoSe : 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Blockpraktikum SoSe : 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h) Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67421 Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II (PL), Mündlich, 45 Min., Gewichtung: 1 20 Minuten Vortrag über das Blockpraktikum sowie 25 Minuten über Vorlesungsinhalte.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugastronomie und Extraterrestrische Raumfahrtmissionen

Modul: 67460 Raumstationen - Entwurf, Systeme, Nutzung

2. Modulkürzel:	060500128	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Reinhold Ewald
9. Dozenten:	Reinhold Ewald
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul 39136 - Raumfahrttechnik I
12. Lernziele:	Die Studenten haben einen vertieften Einblick in die Subsysteme einer Raumstation, deren Nutzung und Auslegungsaspekte unter den besonderen Anforderungen eines bemannten Systems. Sie kennen die Motivationen und den Umsetzungsverlauf von Missionen der bemannten Erforschung im Weltraum. Dies schließt allgemeine Konzepte für Raumstationen im niedrigen Erdorbit sowie insbesondere die reale Raumstation ISS mit ein. Die Studenten sind mit dem konzeptionellen Vorentwurf und den Werkzeugen des Systems Engineering auf diesem Niveau vertraut.
13. Inhalt:	- Historische, aktuelle und zukünftige Raumstationen und Missionen - Subsysteme einer Raumstation und Transportelemente - Aufbau, Betrieb und Nutzung der ISS - Systems Engineering - Human Factors
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 674601 Vorlesung Raumstationen - Entwurf, Systeme, Nutzung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67461 Raumstationen - Entwurf, Systeme, Nutzung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Astronautik und Raumstationen

Modul: 67470 Seminar Systems Architecting

2. Modulkürzel:	060600109	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Stephan Rudolph
9. Dozenten:	Stephan Rudolph
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden sind anhand der im Seminar unter Anleitung bearbeiteten Fallbespiele in der Lage, die Ansätze und Grundlagen zum Entwurf und Management großer Ingenieursysteme (Flugzeuge, Satelliten, Autos, Schiffe, usw.) anzuwenden.
13. Inhalt:	Die Studierenden lernen anhand eines Fallbeispiels, Ansätze, Methoden und Vorgehensweisen großer Ingenieursysteme kennen, einzusetzen und zu analysieren. Der Rahmen der Fallbeispiele speist sich aus dem Kontext der Luft- und Raumfahrtindustrie (z.B. Flugzeuge, Vorentwurf, Kabinenentwurf und -auslegung), Automobilindustrie (Strukturauslegung / Body in White, Abgasanlagen, Digitale Fabrik), Schiffe (Systems Engineering, Digitale Fabrik), Konsumgüter. Dazu kann eine Auswahl der folgenden Methoden in der Analyse und Synthese der komplexen Systeme zum Einsatz kommen: - Erkennen von Kopplungen (natürlichsprachliche Beschreibung) - Formalisierung auf formale (Fach-)Ontologie - Ableitung des verwendeten Entwurfsschemas - Identifikation von Entwurfstreibern - Sensitivitätsanalysen/system trades - Topologiebewertung/Technologieeinhüllende Im Seminar werden zu ausgewählten Themenaspekten Vertreter aus der Industrie eingeladen, die die Seminarinhalte und -ergebnisse aus dem Blickwinkel der Industrie bewerten, diskutieren und ggfs. ergänzen.
14. Literatur:	Eigenes Skript (Folien), Bücher: Art and Science of Systems Architecting INCOSE Systems Engineering Handbook NASA systems engineering manual ESA ECSS design standards Luftfahrttechnisches Handbuch
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 674701 Seminar Systems Architecting
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67471 Seminar Systems Architecting (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1

	Projektarbeit zum Seminar "Art and Science of Systems Architecting"
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

Modul: 67490 Unkonventionelle Raumfahrtantriebe

2. Modulkürzel:	0606500129	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	PD Dr.-Ing. Georg Heinrich Herdrich
9. Dozenten:	Georg Heinrich Herdrich
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der unkonventionellen Raumfahrtantriebe. Sie kennen die physikalischen Grundlagen für ihren Betrieb und können die Betriebsparameter unterscheiden sowie interpretieren. Sie kennen den Einfluss wesentlicher Geometrie-, Treibstoff- und Prozessparameter auf ihre Leistung. Sie kennen die wesentlichen Komponenten und Leistungskennzahlen eines Triebwerks und können die Komponenten auslegen. Sie kennen im Einsatz befindliche Triebwerke und deren Komponenten, ihre jeweiligen Leistungs- und Belastungsgrenzen sowie die Gründe für diese Grenzen. Sie wissen, wie derartige Triebwerke für den realen Einsatz qualifiziert werden.
13. Inhalt:	Angaben zu den Inhalten des Moduls • Geschichte und Systematik unkonventioneller Raumfahtrantriebe • Vorstellung verschiedener realisierter Triebwerke • Vorstellung verschiedener unkonventioneller Triebwerkskonzepte, • Darlegung von deren physikalischen Grundlagen sowie deren Entwicklungsstand • Einordnung möglicher Missionsszenarien
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung sowie Folienunterlagen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 674901 Vorlesung Unkonventionelle Raumfahrtantriebe
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit: 35 h, Selbststudium: 55 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67491 Unkonventionelle Raumfahrtantriebe (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden

2. Modulkürzel:	041600108	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger
9. Dozenten:	Michael Buck Jörg Starflinger
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden - wissen, dass viele technische Systeme zufälligen Einflüssen unterliegen und sind in der Lage, diese mit Hilfe der Methoden der Stochastik zu beschreiben und zu analysieren, - kennen die Grundlagen der Monte-Carlo-Methode und haben gelernt, diese anhand praktischer Beispiele zur Lösung numerischer Problemstellungen anzuwenden, - wissen, wie probabilistische Methoden im Rahmen einer Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse eingesetzt werden können, um die Ergebnisse komplexer Simulationsmodelle besser zu verstehen, - haben verstanden, wie mit Hilfe einer probabilistischen Risikoanalyse die Zuverlässigkeit bzw. die Versagenswahrscheinlichkeit eines technischen Systems berechnet werden kann und welche Schritte und Methoden hierzu notwendig sind, - wissen wie die Monte-Carlo-Methode zur Modellierung physikalischer Prozesse mit stochastischer Natur z.B. in der Kernphysik angewendet werden kann. -haben das Verständnisses der theoretischen Inhalte durch praktische Übungen vertieft.
13. Inhalt:	Die o.g. Lernziele werden in 5 Themenkomplexen abgehandelt. - Mathematische und numerische Grundlagen (Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik) - Monte-Carlo-Methode als Basis numerischer Werkzeuge: Integration über komplexe Gebiete, Optimierung (simulated annealing, genetische Algorithmen) - Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse komplexer mathematisch-physikalischer Modelle - Probabilistische Risikoanalyse (PRA)

	- Anwendungen der Monte-Carlo-Methode in der Kernphysik, beispielweise Strahlungstransport, Teilchen- und Materie-Wechselwirkungen und in anderen Gebieten der Ingenieurtechnik Im Wechsel mit den theoretischen Einheiten werden praktische Übungen am Computer unter Verwendung z.B. von MATLAB und SUSA (Software for Uncertainty and Sensitivity Analyses) abgehalten. pdf der Vorlesung ausschließlich über ILIAS
14. Literatur:	Bedford und Cooke, Probabilistic Risk Analysis: Foundations and Methods, Cambridge University Press (30. April 2001). Rubinstein und Kroese, Simulation and the Monte Carlo Method, Wiley Series in Probability and Statistics, /SBN: 978-0-470-17794-5, February 2008 Binder, Monte Carlo Simulation in Statistical Physics, Springer, ISBN 978-3-642-03163-2, 2010
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 680501 Vorlesung Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	56h Präsenzzeit 36h Vor-/Nacharbeitungszeit 88h Prüfungsvorbereitung und Prüfung Gesamt:180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68051 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Kernenergetik und Energiesysteme

Modul: 68360 Nichtlineare Regelung

2. Modulkürzel:	060200125	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm
9. Dozenten:	Werner Grimm
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Informationstechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Regelung und Systementwurf, Modul 060200110
12. Lernziele:	• Die Studierenden beherrschen die Stabilitätsbegriffe und Stabilitätskriterien für nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Methoden der nichtlinearen Regelung anzuwenden. • Die Studierenden verstehen den Effekt linearer Regler auf nichtlineare Systeme. • Die Studierenden sind in der Lage, den linearen Reglerentwurf mithilfe des nichtlinearen Modells vorzubereiten und zu ergänzen.
13. Inhalt:	• nichtlineare Systeme: Stabilitätsbegriffe und Stabilitätskriterien • Methoden der nichtlinearen Regelung: Kennfeldregelung, nichtlineare Vorsteuerung, Ein/Ausgangs-Linearisierung, Sliding-Mode-Regelung • praktische Berechnung von Arbeitspunkten, Eigenschaften nichtlinearer Systeme mit linearem Regler • Anti-Windup-Vorrichtungen
14. Literatur:	• W. Grimm: Nichtlineare Regelung, Skript • S. Engell: Entwurf nichtlinearer Regelungen, Oldenbourg • J.-J. E. Slotine: Applied Nonlinear Control, Prentice Hall • Vortragsfolien und Vortragsübungen im Netz
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 683601 Vorlesung Nichtlineare Regelung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Nichtlineare Regelung, Vorlesung: 28 h Präsenzzeit, 62 h Selbststudium
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68361 Nichtlineare Regelung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 mündliche Prüfung, 20 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Kombination von Beamer und Tafel, Matlab-Beispiele
20. Angeboten von:	

Modul: 68370 Einführung in die Elektronik für Luft- und Raumfahrtingenieure

2. Modulkürzel:	060500203	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Alfred Krabbe
9. Dozenten:	Alfred Krabbe Sabine Klinkner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung Physik + Grundlagen der Elektrotechnik für LRT
12. Lernziele:	Vorlesung: Die Studierenden haben die Grundlagen der Elektrotechnik aufgefrischt und kennen die Relevanz von Elektronikschaltungen in der Luft- und Raumfahrttechnik. Sie kennen die wichtigsten Bauelemente und Grundschaltungen, sowie deren Anwendung bei konkreten Elektronikaufgaben. Einfache Berechnungen können sie selbstständig lösen. Seminar Mikrocontroller für LundR-Anwendungen: Die Studierenden haben das Grundwissen um Elektronikgrundschaltung identifizieren zu können, können Datenblätter lesen und in einen Stromlaufplan überführen. Sie kennen die Grundlagen bezüglich Mikrocontrollern und können leichte Programmieraufgaben selbstständig lösen.
13. Inhalt:	Vorlesung: • Elektrische Bauelemente R/L/C • Einfache Netzwerke • Schwingkreise und Filter • Halbleiter und Dioden • Transistoren und Operationsverstärker • Leistungselektronik • Energiesysteme für Raumfahrtzeuge • Grundlagen Digitaltechnik • Mess- und Sensortechnik • Anwendungen in der LundR-Technik Seminar: • Grundschaltungen Elektronik • Erstellen / Lesen von Stromlaufplänen

	• Einführung in die Funktionsweise von Mikrocontrollern • Vorstellen wichtiger Peripheriemodule und Bussysteme • Hardwarenahe Programmierung (I/O, ADC/DAC, Interrupts, Timer, PWM)
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb Vorgeschlagene Literatur: - G. Hagmann, "Grundlagen der Elektrotechnik", AULA Verlag, 2013 - R. Jesse, "ARM Cortex-M3 Mikrocontroller", mitp, 2014
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 683701 Vorlesung Einführung in die Elektronik • 683702 Vorlesung Grundlagen Mikrocontroller für Luft- und Raumfahrtanwendungen • 683703 Praktikum Mikrocontrollerprogrammierung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28h, Selbststudium 62 h) Seminar: 27 h (Präsenzzeit 9 h, Selbststudium 18 h) Praktikum: 63 h (Präsenzzeit 13 h, Selbststudium 50 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 50 h, Selbststudium 130 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68371 Einführung in die Elektronik für Luft- und Raumfahrtingenieure (PL), , Gewichtung: 1 schriftliche Prüfung: 1 Stunde
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 68520 Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition

2. Modulkürzel:	060110127	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehregrundkurse erforderlich; spezielle Kenntnisse in Grenzschichtströmungen hilfreich
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Mechanismen der laminar-turbulenten Transition von wandgebundenen Scherschichten zu verstehen und wichtige Transitionsvorhersagemethoden und -kontrollmaßnahmen nachvollziehen und anwenden zu können.
13. Inhalt:	- Wege zur Turbulenz: Transition Road Map- Primärinstabilitätstheorie (Rayleigh- / Orr-Sommerfeld-Gleichung, Kriterien, Theoreme, 1D/2D/3D- Eigenfunktionen) - Modales/nichtmodales Störungswachstum - Transitionsvorhersage (e-hoch-N-Methode/subkritisches Wachstum) - Einfluss Rauigkeit, Schiebewinkel, Machzahl, Wandtemperatur - Sekundärinstabilitätstheorie (spektral/lokal) - Transitionstypen/dynamische Strukturen - Transitionskontrolle (Methoden, Aktuatoren, Anwendungen)
14. Literatur:	Englischsprachiges Skript, weitere Lektüre: + Bücher: - Schmid &;;;;;;;;; Henningson: Stability and Transition in Shear Flows, Springer - White: Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill - Schlichting: Grenzschichttheorie / Boundary-Layer Theory + Anderes - Skript der Grenzschichttheorie (Rist) - Diverse Wissenschaftsliteratur, angegeben im Skript (zu bekommen z.B. über ResearchGate)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 685201 Vorlesung Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition • 685202 Übung Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Vortragsübungen: 180 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 138 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68521 Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung 30min. in deutsch oder englisch;

	Prüfungsdatum: nach Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	- Grenzschichtströmungsdynamik und -kontrolle (9 LP) (Dieses Modul (6 LP) plus Grenzschichtströmungen (6 LP) , aufgrund Synergieeffekten zusammen 9 LP)- Dynamics and Control of Boundary-Layer Flow (9 LP)(This module (6 LP) plus Boundary-Layer Flow (6 LP), due to synergy effects together 9 LP)
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in Englisch, Kurssprache englisch oder deutsch
20. Angeboten von:	

Modul: 68530 Grenzschichtströmungsdynamik und -kontrolle

2. Modulkürzel:	060110129	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker
9. Dozenten:	Markus Kloker Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Module zum Abwählen M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	siehe die Einzelmodule
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die Mechanismen des primär und sekundär reibungsinduzierten Widerstandes an aerodynamischen Körpern zu verstehen und Kontrollmaßnahmen entwerfen und anwenden zu können.
13. Inhalt:	Vorlesung "Grenzschichtströmungen" (im SoSe) Grenzschichttheorie: Grundbegriffe, Definitionen, Temperaturgrenzschichten, Exakte Lösungen der Navier-Stokes-Gleichungen: ebene Couette-Strömung, kompressible Couette-Strömung, ebene Kanalströmung (Poiseuille), Näherungslösungen der Navier-Stokes-Gleichungen: integrale Betrachtung, Grenzschichtgleichungen, Laminare Grenzschichten: Blasius-Grenzschicht, kompressible Plattengrenzschicht, Keilströmungen nach Falkner-Skan, Howarth-Strömung, Turbulente Plattengrenzschicht, Transition im Überblick, 3D-Grenzschichten: rotationssymmetrische Grenzschichten, Schiebewinkeleinfluss (Falkner-Skan-Cooke), Grenzschichtablösung, Grenzschichtbeeinflussung Vorlesung "Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition" (im WiSe und SoSe) Wege zur Turbulenz: transition road map, Primärinstabilitätstheorie (Rayleigh- / Orr-Sommerfeld-Gleichung, modales/nichtmodales Strörungswachstum), Transitionsvorhersage (e-hoch-N-Methode/ subkritisches Wachstum)), Einfluss Rauigkeit, Schiebewinkel, Machzahl, Wandtemperatur, Sekundärinstabilitätstheorie (spektral/lokal), Transitionstypen/dynamische Strukturen, Transitionskontrolle
14. Literatur:	Skripte, plus: - White: Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill - Schlichting: Grenzschichttheorie / Boundary-Layer Theory, Springer - Schmid &;; Henningson: Stability and Transition in Shear Flows, Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 685301 Vorlesung Grenzschichtströmungen

	• 685302 Vorlesung Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition • 685303 Übung Grenzschichtströmungen • 685304 Übung Mechanismen der Laminar-Turbulenten Transition
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Grenzschichtströmungen: Vorlesung und Vortragsübungen, 135 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 93h) Mechanismen der Laminar-turbulenten Transition: Vorlesung und Vortragsübungen, 135 h (Präsenzzeit: 42 h, Selbststudium 93 h) Gesamt: 270 h (Präsenzzeit 84 h, Selbststudium 186 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68531 Grenzschichtströmungsdynamik und -kontrolle (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 Mündliche Prüfung 40 min (ca. 20 min Transition, ca. 20 min Grenzschichtströmung, typisch 2 Prüfer); Prüfungsdatum aus Liste wählbar
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in deutsch/englisch, Kurssprache englisch oder deutsch
20. Angeboten von:	

Modul: 68540 Grenzschichtströmungen

2. Modulkürzel:	060110128	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist
9. Dozenten:	Ulrich Rist
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Die Studierenden kennen:** • die physikalische Bedeutung von Grenzschichten • die Herleitung der Grenzschichtgleichungen • analytische Lösungen der Navier-Stokes-Gleichungen mit Grenzschichtcharakter • numerische Lösungsverfahren und Lösungen der Grenzschichtgleichungen • die Einflüsse der Turbulenz auf Gleichungen und Strömung • die wesentlichen Parameter, die die Lage der laminar-turbulenten Transition bestimmen • die Unterschiede zwischen zwei- und dreidimensionalen Grenzschichten **Die Studierenden sind in der Lage:** • Reibungswiderstand und Grenzschichtdicken generischer Konfigurationen abzuschätzen • mit den in der Vorlesung bzw. Übung ausgeteilten Diagrammen und Tabellen umzugehen • die in der Vorlesung vorgestellten generischen Lösungen zur Validierung von CFD-Verfahren zu verwenden
13. Inhalt:	Grenzschichttheorie: Grundbegriffe, Definitionen, Temperaturgrenzschichten Exakte Lösungen der Navier-Stokes-Gleichungen: ebene Couette-Strömung, kompressible Couette-Strömung, ebene Kanalströmung (Poiseuille)

	Näherungslösungen der Navier Stokes-Gleichungen: integrale Betrachtung, Grenzschichtgleichungen Laminare Grenzschichten: Blasius-Grenzschicht, kompressible Plattengrenzschicht, Keilströmungen nach Falkner-Skan, Howarth-Strömung Turbulente Plattengrenzschicht, Transition im Überblick 3-D-Grenzschichten: achsensymmetrische Grenzschichten, Schiebewinkeleinfluss (Falkner-Skan-Cooke) Grenzschichtablösung, Grenzschichtbeeinflussung
14. Literatur:	John D. Anderson, Jr.: Fundamentals of Aerodynamics, McGraw-Hill, 2001 Frank M. White: Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill, 1974 Hermann Schlichting: Grenzschichttheorie, G. Braun, Karlsruhe, 1982 Skript, Diagramme und Tabellen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 685401 Vorlesung Grenzschichtströmungen • 685402 Übung Grenzschichtströmungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Grenzschichtströmungen Vorlesung/Übungen: 180 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 138h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68541 Grenzschichtströmungen (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel &; Präsentation
20. Angeboten von:	

Modul: 68560 Raketentreibstoffe I

2. Modulkürzel:	060500130	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2,5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem
9. Dozenten:	Helmut Ciezki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine, Der Besuch der Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe I +II wird empfohlen.
12. Lernziele:	Die Studierenden haben das Grundwissen und das Verständnis bezüglich der Eigenschaften, des Umgangs und des Einsatzes von konventionellen flüssigen und festen Treibstoffen und Treibstoffkombinationen im Gebiet raumfahrtrelevanter Antriebe (RFRA).
13. Inhalt:	Raketentreibstoffe I • Einleitung / Übersicht der Treibstoffe • Grundlagen zu Schubkammerprozessen • Flüssigtreibstoffe • Festtreibstoffe
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb Vorgeschlagene Literatur: • E. Messerschmid, S. Fasoulas, "Raumfahrtsysteme", Springer Verlag • W. Ley, K. Wittmann, W. Hallmann, "Handbuch der Raumfahrttechnik", Hanser Verlag • G.P. Sutton, "Rocket Propulsion Elements", John Wiley und Sons • A. Davenas, "Solid Rocket Propulsion," Pergamon Press, Oxford, 1993
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 685601 Vorlesung Raketentreibstoffe I • 685602 Übung Raketentreibstoffe I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Raketentreibstoffe I Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Übungen: 20 h (Präsenzzeit 8 h, Selbststudium 12 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68561 Raketentreibstoffe I (BSL), Schriftlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 68570 Raketentreibstoffe II

2. Modulkürzel:	060500131	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2,5	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem
9. Dozenten:	Helmut Ciezki
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Der Besuch der Vorlesung Chemische Raumfahrtantriebe I+II wird empfohlen.
12. Lernziele:	Die Studierenden haben das Grundwissen und das Verständnis bezüglich der Eigenschaften, des Umgangs und des Einsatzes von fortschrittlichen Treibstoffen und Treibstoffkombinationen sowie ihrem Einsatz in z.T. neuartigen chemischen Antriebstypen im Gebiet raumfahrtrelevanter Antriebe (RFRA).
13. Inhalt:	Raketentreibstoffe II - Einleitung / Übersicht - Hybride Treibstoffkombinationen - Gel-Treibstoffe - Fortschrittliche, z.T. "grüne", mindertoxische Treibstoffe - Materialien und Verträglichkeiten - Sicherheitsaspekte - Fernere Zukunft / Grundlagenforschung
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb Vorgeschlagene Literatur: - M.J. Chiaverini, K.K. Kuo, "Fundamentals of Hybrid Rocket Combustion and Propulsion," AIAA, Reston, USA, 2007 - H.K. Ciezki, M. Negri, A. Gernoth, "Advanced Liquid and Gelled Propellants for Rocket and Ramjet Propulsion," Int. Journal of Energetic Materials and Chemical Propulsion, Vol. 14, No. 2, 2015, pp. 85-123 - A. Davenas, "Solid Rocket Propulsion," Pergamon Press, Oxford, 1993
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 685701 Vorlesung Raketentreibstoffe II • 685702 Übung Raketentreibstoffe II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Raketentreibstoffe II Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h) Übungen: 20 h (Präsenzzeit 8 h, Selbststudium 12 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68571 Raketentreibstoffe II (BSL), Schriftlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 69510 Einführung in die Charakterisierung und Anwendung poröser Medien in der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060700400	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens von Wolfersdorf
9. Dozenten:	Böhrk, Hannah; Dr.-Ing.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	• Die Studierenden haben grundlegende Kenntnis von Mittelungsansätzen, Mischungsregeln und Herausforderungen der Multiskalenmodellierung. • Die Studierenden verstehen die klassischen Modelle für Strömungs- und Transportprozesse in porösen Medien, sie können zwischen Strömungsbereichen und Fördermechanismen in porösen Medien unterscheiden. • Die Studierenden haben Kenntnis unterschiedlicher poröser Materialtypen, sowie deren Herstellung und Anwendungsgebiete. • Die Studierenden kennen Messverfahren zur Charakterisierung poröser Werkstoffe.
13. Inhalt:	• Eigenschaften und Modellierung poröser Medien • Wärme und Stofftransport in porösen Medien • Anwendungsgebiete poröser Medien • Permeabilität, Verformungen und Anisotropie der Werkstoffe • Oberflächenphänomene
14. Literatur:	Foliensatz Vafai: Handbook of Porous Media, Third Edition
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 695101 Vorlesung Poröse Medien in der Luft- und Raumfahrt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69511 Poröse Medien in der Luft- und Raumfahrt (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 70040 Anwendungssatelliten

2. Modulkürzel:	060500133	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Volker Liebig
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen einen fortgeschrittenen Überblick über Grundlagen der Fernerkundung. Sie kennen den Aufbau und die Untersuchungsmethoden der Erdatmosphäre und des Ozeans. Weiterhin haben sie wertvolle Kenntnisse zur Erdbeobachtung mittels Mikrowelle und der satellitengestützten Katastrophenbeobachtung.
13. Inhalt:	• Messmethoden für Atmosphärenuntersuchungen und Refraktion • Fernerkundung von Wolken und Aerosolen, Beispielmissionen Wetter/Atmosphäre • Wie schreibe ich einen guten Projektantrag? • Fernerkundung mittels Mikrowellen: Passive und aktive Verfahren, Interferometrie und Beispiele zur Fernerkundung im Mikrowellenbereich: Schnee- und Eisbedeckung, Salzgehalt, Wind, etc. • Einsatz von Fernerkundung bei Naturkatastrophen • Ozeanparameter • Karrieremöglichkeiten bei der ESA
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 700401 Vorlesung Anwendungssatelliten
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	70041 Anwendungssatelliten (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 Benotete Studienleistung (BSL): schriftlich, 60 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 70050 Numerische Strömungsmechanik

2. Modulkürzel:	060120115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen einen Überblick über die numerischen Verfahren, die in den aktuellen Strömungsmechanik-Rechenprogrammen der Industrie benutzt werden und kennen deren grundlegenden Eigenschaften. Die Studierenden sind in der Lage, zu entscheiden, welches numerische Verfahren für ein vorliegendes strömungsmechanisches Problem geeignet ist. Sie haben eine Vorstellung, wie die Qualität und die Genauigkeit der numerischen Ergebnisse beurteilt werden können. Die Studierenden haben einen Überblick über die aktuellen Forschungsthemen in der numerischen Strömungsmechanik.
13. Inhalt:	Das zentrale Thema dieser Vorlesung sind die numerischen Methoden, welche zur Simulation von Strömungen eingesetzt werden. Die Simulation kompressibler Strömungen, die insbesondere in der Luft- und Raumfahrttechnik wichtig sind, ist der Fokus und nimmt den größten Teil der Vorlesung ein. Im Bereich der Approximation von kompressiblen Strömungen sind dies vor allem Finite-Volumen-Verfahren. Es werden aktuelle Shock-Capturing-Verfahren vorgestellt und deren Konstruktion erläutert. Neben den numerischen Methoden im kompressiblen Strömungsregime werden numerische Verfahren für schwach kompressible und inkompressible Strömungen vorgestellt und auf deren Konstruktionsprinzipien eingegangen. Der Zusammenhang mit Berechnungsmethoden in der Aeroakustik wird aufgezeigt. Ein Einblick in Themen der aktuellen Forschung im Bereiche der numerischen Strömungsmechanik wird gegeben.
14. Literatur:	Powerpoint-Folien werden als Skript zur Verfügung gestellt. Grundlagen zur Vorlesung findet man z.B. im Buch: C.-D. Munz, T. Westermann: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen, 3. Auflage, Springer 2012 Verschiedene Lehrbücher werden in der Vorlesung angegeben.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 700501 Vorlesung Numerische Strömungsmechanik

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Numerische Strömungsmechanik, Vorlesung und Übungen:180 h (Präsenszeit:56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	70051 Numerische Strömungsmechanik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Powerpoint transperencies are available that cover the topics of the lecture. Basic knowledge can be find in the book C.-D. Munz, T. Westermann: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen, 3. Auflage, Springer 2012
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik

Modul: 70060 Simulation verdünnter Gase und Plasmen

2. Modulkürzel:	060500135	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas
9. Dozenten:	Marcel Pfeiffer
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse bezüglich der Theorie und der Simulation von verdünnten Gasen und Plasmen, im Speziellen unter Nutzung verschiedener Partikelverfahren unter besonderer Beachtung der mathematischen und physikalischen Modellbildung.
13. Inhalt:	Theorie verdünnter Gase und Plasmen (Boltzmann Gleichung, Maxwell Gleichungen, Fokker-Planck Gleichung,..) Grundlage verschiedener Partikelverfahren Einführung in die "Direct Simulation Monte Carlo" Methode Einführung in die "Particle in Cell" Methode Andere Partikelverfahren (z.B. "Low Diffusion") Umsetzung und Anwendung der Verfahren
14. Literatur:	Vorgeschlagene Literatur: G. A. Bird, "The DSMC Method", CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013 C. K. Birdsall, "Plasma Physics via Computer Simulation", Taylor and Francis, 2004 A. Frohn, "Einführung in die Kinetische Gastheorie", Aula, 1988
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 700601 Vorlesung Simulation verdünnter Gase und Plasmen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	70061 Simulation verdünnter Gase und Plasmen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 70070 Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop

2. Modulkürzel:	060500134	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Kai Klemich Jonas Keim
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine, Der Besuch der Vorlesung Raumfahrt (Bachelor) wird empfohlen, der Besuch der Vorlesungen des Mastermoduls Satellitenbetrieb wäre hilfreich.
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen einen wertvollen Einblick in Theorie und Praxis des Satellitenbetriebs. Sie haben das nötige Wissen und die praktische Erfahrung, Aufgaben im Bereich des Satellitenbetriebs des Kleinsatelliten Flying Laptop wahrzunehmen.
13. Inhalt:	Grundlagen der Satellitensystemtechnik, der Satellitenkommunikation und des Satellitenbetriebs Subsysteme und On-Board Software des Flying Laptop Bodensegment für den Betrieb des Flying Laptop Durchführung des Satellitenbetriebs des Flying Laptop: Betrieb der Subsysteme des Satelliten Betrieb des Bodensegments Positionen und Verantwortlichkeiten beim Satellitenbetrieb Prozesse und Dokumentation des Satellitenbetriebs Praktische Übungen und Simulationen zum Satellitenbetrieb
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb Vorgeschlagene Literatur: Eickhoff, J. (Ed.), The FLP Microsatellite Platform - Flight Operations Manual, Springer Aerospace Technology, 2016 Uhlig, T., Sellmaier, F., Schmidhuber, M. (Ed.), Spacecraft Operations, Springer, 2015
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 700701 Vorlesung Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop • 700702 Übung Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Übungen: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	70071 Satellitenbetrieb am Beispiel des Kleinsatelliten Flying Laptop (PL), Schriftlich und Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Schriftliche PL: 120 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungspräsentationsfolien

20. Angeboten von: Raumfahrtsysteme

Modul: 71780 Strukturdynamik

2. Modulkürzel:	060400403	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Wahlpflichtmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Flugführung und Systemtechnik in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik		
12. Lernziele:	Die Studierenden ... kennen die technische Bedeutung mechanischer Schwingungen in der Luft- und Raumfahrttechnik. ... können mathematische Modelle für die Schwingungen einfacher Mehrkörpersysteme bilden. ... kennen die wesentlichen Erscheinungen der Strukturdynamik (insbes. Resonanz, Tilgung, dyn. Instabilität). ... können die Eigenschwingungen mechanischer Systeme berechnen und können deren besondere Eigenschaften für die Behandlung von Schwingungsproblemen ausnutzen. ... kennen die möglichen Auswirkungen von Dämpfungs-, Kreisel- und zirkulatorischen Kräften, sowie von Nichtlinearitäten. ... haben einen Überblick über die räumlich kontinuierliche und diskretisierte Beschreibung mechanischer Strukturen.		

13. Inhalt:	Motiviert anhand praxisnaher Fragestellungen werden die grundlegenden Vorgehensweisen der Strukturdynamik behandelt. Die wichtigsten Schwingungserscheinungen werden für ausgewählte Fallbeispiele analytisch erarbeitet und auf allgemeinere Systeme übertragen. Zur Veranschaulichung dienen passende Kurzvideos und kleine Versuche. Matlab-Programme zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente zu festigen. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • Vorgehensweisen zum systematischen Aufstellen von Bewegungsgleichungen mechanischer Systeme mit einem und mit mehreren Freiheitsgraden. • Linearisierung von Bewegungsgleichungen, statische und dynamische Stabilität. • Freie und erzwungene Schwingungen linearer mechanischer Systeme • Berechnung von Eigenmoden von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden sowie einfacher Kontinua, modale Vorgehensweise zur Berechnung von Schwingungen. • Überblick zu den Vorgehensweisen der Diskretisierung, der Modellordnungsreduktion und der dynamischen Substrukturtechnik. • Kurze Einführung in die nichtlineare Strukturdynamik.
14. Literatur:	Aufschriebe, Folien, Matlab-Beispiele weiterführende Literatur: R. Gasch, K. Knothe, R. Liebich: Strukturdynamik, 2012 K. Magnus, K. Popp, W. Sextro: Schwingungen, Springer, 2013 R.R. Craig, A.J. Kurdila: Fundamentals of Strucutral Dynamics, Wiley, 2006
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 717801 Vorlesung Strukturdynamik • 717802 Übung Strukturdynamik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h) Übung Strukturdynamik: 90h (Präsenszeit 28h, Selbststudium 62h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71781 Strukturdynamik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Luftfahrtantriebe

Modul: 71900 Laser und Optoelektronik in der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060700307	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch/Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Dekorsy
9. Dozenten:	Dekorsy, Thomas; Univ.-Prof. Dr.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Lernziele der Vorlesung sind die Kenntnisse der Grundlagen von Lasern und deren Einsatz in der Luft- und Raumfahrt. Laser spielen heute eine wichtige Rolle in allen technischen Bereichen. Daher ist die Kenntnis ihrer Funktion, der unterschiedlichen Laserarten sowie ihrer möglichen Anwendung notwendig. Die Studierenden erlernen die Funktionsweise eines Lasers, die Ausbreitungseigenschaften kohärenter Strahlung, verschiedene Lasertypen, Anwendungsgebiete von Lasern insbesondere in der Luft- und Raumfahrt, Bestandteile von optoelektronischen Systemen (Laserquellen, Modulatoren, Detektoren, Spektrometer). Nach Teilnahme an der Vorlesung können die Studierenden bewerten, welcher Laser für welche Aufgabe geeignet ist, welche Komponenten in einem optoelektronischen System welche Funktion erfüllen und in welchen Anwendungsgebieten Laser in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt werden.
13. Inhalt:	In der Vorlesung werden folgende Themen aufeinander aufbauend behandelt: 1) Grundlagen der Optik und Quantenmechanik 2) Funktion und Komponenten eines Lasers; 3) Eigenschaften von Laserstrahlung (Kohärenz, Polarisation, Interferenz, Divergenz); 4) Ausbreitung von Laserstrahlung durch die Atmosphäre; 5) verschiedene Lasertypen (Gaslaser, Halbleiterlaser, Festkörperlaser, Glasfaserlaser, Quantenkaskadenlaser); 6) kontinuierliche und gepulste Laser; 7) optoelektronische Komponenten (Detektoren, Modulatoren); 8) laserbasierte Messverfahren (Raman Streuung, Laser Doppler-Anemometrie, Fluoreszens-Spektroskopie); 9) Laserbasierte Satellitenkommunikation; 10) Gravitationswellendetektoren 11) Laserbasierte Bahnbestimmung von Weltraumschrott; 12) Laserbasierte Entfernung von Weltraumschrott
14. Literatur:	B.E.A. Saleh und M.C. Teich: „Fundamentals of Photonics“, Wiley &;;; Sons (1991) Thomas Graf: „Laser : Grundlagen der Laserstrahlerzeugung“, Springer Verlag 2015
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 719001 Vorlesung Laser und Optoelektronik in der LRT
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71901 Laser und Optoelektronik in der LRT, Seminar (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	

19. Medienform:	Vorlesung (Powerpoint, Tafelanschrieb), Laborbesichtigungen, Exkursion Weltraumschrott Beobachtungsstation Uhlandshöhe, bei Interesse Vorlesung auf Englisch
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 71910 Seminar zu Mehrphasenströmungen

2. Modulkürzel:	060700308	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Weitere Sprachen

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand
9. Dozenten:	Weigand, Bernhard; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Munz, Claus-Dieter; Univ.-Prof. Dr. Rohde, Christian; Univ.-Prof. Dr.
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Thermodynamik Grundlagen • Numerische Simulation
12. Lernziele:	• Die Studierenden können verschiedene Mehrphasenströmungen definieren und unterscheiden. • Die Studierenden kennen verschiedene Berechnungsmethoden für Mehrphasenströmungen. • Die Studierenden kennen verschiedene experimentelle Methoden zur Untersuchung von Mehrphasenströmungen. • Die Studierenden haben einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung auf dem Gebiet der Mehrphasenströmungen.
13. Inhalt:	Einführung in die aktuelle Forschung auf dem Gebiet der Mehrphasenströmungen (Experimentell, analytisch, numerisch) Beschreibung verschiedener Mehrphasenströmungen Vorträge zu ausgewählten Gebieten der Mehrphasenströmungen Diskussionen über den aktuellen Stand der Forschung
14. Literatur:	Fachbezogene Literatur zu Mehrphasenströmungen, z.B.: A.H. Lefebvre: Atomization and Sprays, Hemisphere Publishing Corporation, 1976. Clift, Grace and Weber: Bubbles, Drops, and Particles, 2005 Yeoh and Tu: Computational Techniques for Multiphase Flows, 2009
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 719101 Seminar zu Mehrphasenströmungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71911 Seminar zu Mehrphasenströmungen (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 Vortrag 30min im Seminar
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

Modul: 71940 Additive Fertigungsverfahren

2. Modulkürzel:	060310107	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Joachim Greiner
9. Dozenten:	Joachim Greiner
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Module zum Abwählen
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage Modelle in der Sinter-Technologie zu bauen. Dabei lernen sie die Funktionsweise der Maschine kennen, sowie die Anforderungen an die CAD Datensätze und deren Bearbeitung. Es werden beim Erstellen der CAD-Daten Konstruktionsverfahren vermittelt, die speziell für die spätere Verwendung der Daten in einer Laser-Sinter-Maschine von Vorteil sind. Weiterhin wird auf die Bearbeitung von CAD Daten in unterschiedlichen Formaten genauer eingegangen.
13. Inhalt:	- Funktionsweise Laser-Sinter-Anlage - Verarbeitung der CAD Daten - Bedienung der Maschine - Verfahrensweisen der Produktion
14. Literatur:	Unterlagen im ILIAS Begleitbuch: Entwicklung und Erprobung innovativer Produkte-Rapid Prototyping B.Bertsche Springer
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 719401 Vorlesung und Übung Additive Fertigungsverfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71941 Additve Fertigungsverfahren (BSL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 72170 Regelung von Windenergieanlagen und Windparks

2. Modulkürzel:	060320017	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Po Wen Cheng
9. Dozenten:	David Schlipf
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Einführung in die Regelungstechnik (oder ähnliche Veranstaltung im Bereich Regelungstechnik) • Matlab-Grundkenntnisse
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage, die dominante Dynamik von Windenergieanlagen zu beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage, einen Standard-Regler, gängige Filter und erweiterte Regelkreise für Windenergieanlagen auszulegen. Im Bereich Lidar-basierter Regelung von Windenergieanlagen können die Studenten Vorsteuersignale aus Lidar-Rohdaten extrahieren und anwenden. Darauf aufbauend erlangen sie Kenntnisse von Stand und Herausforderungen von aktuellen Forschungsgebieten Regelung von Windparks und schwimmende Windenergieanlagen. Nach Abschluss der Lehrveranstaltung haben die Studierenden die wesentlichen Kompetenzen aufgebaut, um Abschlussarbeiten zu aktuellen Forschungsfragen im Bereich der Regelung von Windenergieanlagen und Windparks zu bearbeiten.
13. Inhalt:	Vorlesung: • Einleitung Windenergie • Standard Regelkreise • Erweiterte Regelkreise und Filterentwurf • Einzelblattverstellung und Smart Rotor • Lidar-basierte Regelung I • Lidar-basierte Regelung II • Regelung von Windparks • Regelung von schwimmenden Windenergieanlagen Übung • Es werden 4 Übungen angeboten: • Standard-Regler für eine Windenergieanlage • Erweiterter Regler für eine Windenergieanlage • Lidar-basierte Regelung • Regelung von schwimmenden Windenergieanlagen
14. Literatur:	T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, and E. Bossanyi, Wind Energy Handbook - Chapter 8 - The Controller. New York, USA: John Wiley und Sons, 2011.

	D. Schlipf, Lidar-assisted control concepts for wind turbines, 2016, Chapter 2, 3.1+3.4, 6.1+6.2, doi: 10.18419/opus-8796. G. J. van der Veen, I. J. Couchman and R. O. Bowyer, Control of floating wind turbines, 2012 American Control Conference doi: 10.1109/ACC.2012.6315120.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 721701 Vorlesung Regelung von Windenergieanlagen und Windparks
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72171 Regelung von Windenergieanlagen und Windparks (BSL), Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Power Point , Tafel
20. Angeboten von:	Windenergie

Modul: 72300 Fourieroptik und Spektroskopie

2. Modulkürzel:	060500206	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Jedes 2. Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Alfred Krabbe
9. Dozenten:	Alfred Krabbe
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	**Vorlesung:** Die Studenten verstehen die Grundlagen der praktischen Spektroskopie. Sie verstehen die Grundlagen der Fouriertransformation und ihre praktische Anwendung. Sie verstehen die Konzepte der Fourieroptik und sind in der Lage, einfache Geometrien selbst nachzurechnen. Sie verstehen die Funktionsweise von astronomisch gebräuchlichen Spektrometern, darunter Gitter-, Fabry-Perot- und Fouriertransformspektrometern, in verschiedenen Konfigurationen. Sie sind mit Besonderheiten wie Blazewinkel und Littrow Anordnung vertraut. Sie kennen spezielle Spektrometer wie Grism, Echelle und abbildende Spektrometer. Sie sind in der Lage, die prinzipiellen Leitungsdaten eines Spektrometers zu berechnen, bzw. das Spektrometer entsprechend auszulegen.
13. Inhalt:	• Allgemeine Einführung in die atomphysikalischen Grundlagen der Spektroskopie • Unendliche Reihen und Konvergenz, Taylorreihen • Fouriertheorem, Zerlegung einer Funktion, Fouriertransformation in zwei richtungen, Konvolution, Beispiele • Beugung am Spalt. Nah- und Fernfeld, Fraunhofer-Näherung, Aperturfunktion • Transmissionsgitter, spektrale Auflösung, freier Spektralbereich • Blazen, Littrow, Off-Axis-Littrow, Grism, endliche Spaltbreite • Abbildende Spektroskopie • Fabry-Perot-Interferometer, Vielstrahlinterferenz, Finesse, Etendue, Walk-off • Fouriertransformspektrometer, Sample-Theorem, Throughput, Anwendungen Vorlesungsort ist DSI, NASA Ames Research Center, Moffett Field, Kalifornien, USA
14. Literatur:	Power Point Präsentationen Literatur: E. Hecht: Optics Born und Wolf: Optics J. E. Stewart: Infrared Spectroscopy, Marcel Dekker INC. N. Carleton: Astrophysics, in L. Marton: Methods of Experimental Physics, Academic Press

	G. Hernandez: Fabry-Perot Interferometers, Cambridge University Press D.J. Schroeder: Astronomical Optics, Academic Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 723001 Seminar Fourieroptik und Spektroskopie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72301 Fourieroptik und Spektroskopie (BSL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 72310 Roverentwicklung für Explorationsaufgaben

2. Modulkürzel:	060500204	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Sabine Klinkner Moritz Nitz Ariane Exle
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Die Teilnahme am Praktikum im Wintersemester ist nur nach Durchführung der Phase-A Studie im Rahmen der Veranstaltung "Roversystemtechnik" im Sommer- semester möglich. Der Besuch der Vorlesung Raumfahrt (Bachelor) wird empfohlen, der Besuch der Vorlesungen des Mastermoduls Raumfahrttechnik I wäre hilfreich. Das Modul Elektronik und Mikrocontroller für Luft- und Raumfahrtanwendungen wird als Grundlage sehr empfohlen.
12. Lernziele:	Die Studierenden erhalten das grundlegende Wissen über Raumfahrtrobotik und die Entwicklung eines Rovers für Explorationsaufgaben. Durch die Ausarbeitung einer Phase-A Studie sind die Studenten in der Lage, ein grundlegendes Roversystem mit relevanten Subsystemen für eine ausgewählte Mission (selbstständig) zu konzipieren. Mithilfe des Praktikums sind sie darüber hinaus in der Lage, ein Modell für ein Roverchassis zu entwickeln und praktisch umzusetzen, sowie dieses anhand einer Teststrecke zu verifizieren. Mit der Arbeit in Gruppen lernen die Studenten zudem, sich im Team zu organi- sieren und Ergebnisse zu präsentieren.
13. Inhalt:	Vorlesung Roversystemtechnik • Grundlagen der Raumfahrtrobotik und robotischer Explorationsanwendungen • Einführung zu planetaren Roversystemen • Roversystem und Subsysteme (Chassisdesign,Antriebssysteme und Rad-Boden-Traktion, Energiesysteme, Kommunikation, Thermalsystem, Autonomie) • Konzipierung und Entwicklung eines Roversystems für ein gegebenes Missi- onsprofil (Phase-A Studie) • Präsentation der Ergebnisse

	Praktikum Roverentwicklung • Praktische Umsetzung eines Roverchassis (Untersuchung, Auswahl und Entwicklung relevanter Komponenten, Realisierung eines Breadboard-Modells (Design und Bau)) • Test und Verifikation des Modells auf einer definierten Teststrecke • Abgabe eines Berichts über die Entwicklung
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb Vorgeschlagene Literatur:
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 723101 Vorlesung Roversystemtechnik • 723102 Praktikum Roverentwicklung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Roversystemtechnik: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Praktikum Roverentwicklung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180h (Präsenszeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72311 Roverentwicklung für Explorationsaufgaben (PL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Raumfahrtsysteme

Modul: 72320 Roversystemtechnik

2. Modulkürzel:	060500205	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Sabine Klinkner Moritz Nitz
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine, Der Besuch der Vorlesung Raumfahrt (Bachelor) wird empfohlen, der Besuch der Vorlesungen des Mastermoduls Raumfahrttechnik I wäre hilfreich.
12. Lernziele:	Die Studierenden erhalten das grundlegende Wissen über Raumfahrtrobotik und die Entwicklung eines Rovers für Explorationsaufgaben. Durch die Ausarbeitung einer Phase-A Studie sind die Studenten in der Lage, ein grundlegendes Roversystem mit relevanten Subsystemen für eine ausgewählte Mission (selbstständig) zu konzipieren. Mit der Arbeit in Gruppen lernen die Studenten zudem, sich im Team zu organi- sieren und Ergebnisse zu präsentieren.
13. Inhalt:	Vorlesung Roversystemtechnik • Grundlagen der Raumfahrtrobotik und robotischer Explorationsanwendungen • Einführung zu planetaren Roversystemen • Roversystem und Subsysteme (Chassisdesign, Antriebssysteme und Rad-Boden-Traktion, Energiesysteme,Kommunikation, Thermalsystem, Autonomie) • Konzipierung und Entwicklung eines Roversystems für ein gegebenes Missionsprofil (Phase-A Studie) • Präsentation der Ergebnisse
14. Literatur:	Vortragsfolien, Vorlesungsaufschrieb
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 723201 Vorlesung Roversystemtechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72321 Roversystemtechnik (BSL), , Gewichtung: 1 Präsentation der Ergebnisse, Gewichtung 0.4 Mündliche Prüfung (20 Minuten), Gewichtung 0.6
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	

20. Angeboten von: Raumfahrtsysteme

Modul: 73440 Nonlinear Structural Dynamics

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	-	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Zwingend vorausgesetzt wird das Modul „Strukturdynamik“. Empfohlen werden Kenntnisse zu analytischen und numerischen Methoden.
12. Lernziele:	Die Studierenden • kennen die technische Bedeutung nichtlinearer Vorgänge der Struk-turdynamik. • sind mit den besonderen Eigenschaften und Phänomenen freier, selbsterregter und erzwungener Schwingungen nichtlinearer Systeme vertraut. • können nichtlineare Schwingungen mit geeigneten Hilfsmitteln darstellen und deuten. • können analytische und numerische Näherungsmethoden zur Berechnung nichtlinearer Schwingungen anwenden.
13. Inhalt:	Die grundlegenden Eigenschaften und wichtigen dynamischen Erscheinungen werden theoretisch erarbeitet und anhand geeigneter Fallbeispiele veranschaulicht. Matlab-Beispiele zeigen die programmtechnische Umsetzung gebräuchlicher Methoden und sollen dazu anregen, das behandelte Wissen anhand selbstständiger numerischer Experimente praktisch anzuwenden. Die Veranstaltung umfasst die folgenden Themen: • nichtlineare Einfreiheitsgradsysteme: ungedämpfte und gedämpfte Eigenschwingungen, selbsterregte Schwingungen, erzwungene Schwingungen • Nichtlineare Moden, Lokalisierung, nichtlineare Schwingungstilger • Theorie deterministischer, differenzierbarer dynamischer Systeme mit endlich vielen Zustandsgrößen: Attraktoren, Chaos, Verhalten nahe Fixpunkten und Grenzzyklen, Stabilitätsbegriffe • Näherungsmethoden: Harmonische Balance, Mittelungsverfahren, numerische Zeitschrittintegration und Schießverfahren
14. Literatur:	

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 734402 Übung Nonlinear Structural Dynamics • 734401 Vorlesung Nonlinear Structural Dynamics
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesungsfolien, Aufschriebe, Matlab-Beispiele
17. Prüfungsnummer/n und -name:	73441 Nonlinear Structural Dynamics (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 73540 Praktikum CubeSat Technik

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	-	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Michael Lengowski Jonas Burgdorf Jonas Keim Kai Leidig und weitere
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine
12. Lernziele:	Im Rahmen der Veranstaltung sollen Teilprojektphase eines CubeSats bearbeitet werden, so dass über die Semester hinweg ein realer Satellit entwickelt, gebaut, getestet und betrieben werden soll. Die zu bearbeitenden Teilprojekte richten sich nach dem aktuellen Projektstatus des CubeSats. Die Veranstaltung bietet den Studierenden die Einarbeitung in die Grundlagen der Satellitentechnik und die praktische Anwendung ihrer Kenntnisse in einer vertieften Bearbeitung eines Satellitensubsystems/Satellitenbereichs. Ferner vermittelt die Veranstaltung durch die Organisation als Projekt, Einblicke in die Projektarbeit, Teamarbeit und Gruppenorganisation.
13. Inhalt:	Die zu bearbeitenden Teilprojekte umfassen folgende Themengebiete: • Satellitenanwendung, Nutzlastdesign • Onboard Data Handling, Softwaretechnik • Kommunikationstechnik • Energieversorgungstechnik • Lageregelungstechnik • Thermaldesign • Satellitenstrukturdesign • Simulation, Integrationstechnik und Verifikation • Satellitenbetrieb • Projektmanagement
14. Literatur:	Skripte / Vortragsfolien zu Vorlesungen, Veröffentlichungen, Projektreports
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 735401 Praktikum CubeSat Technik, Vorlesung/Praktikum
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	73541 Praktikum CubeSat Technik (BSL), , Gewichtung: 1 Präsentation und Berichtabgabe (mündl. und schriftlich)
18. Grundlage für ... :	-

19. Medienform:	Power-Point Präsentation
20. Angeboten von:	

Modul: 77780 Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials

2. Modulkürzel:	060310114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher:	Ronny Sachse
9. Dozenten:	Ronny Sachse Milos Draskovic
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Materialien, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	
12. Lernziele:	
13. Inhalt:	
14. Literatur:	• Foliensatz/Skript zur Vorlesung • Schijve, Jaap: Fatigue of Structures and Materials; Second Edition; 2009 • http://lessonslearned.faa.gov • R. P. L. Nijssen, “Fatigue life prediction and strength degradation of wind turbine rotor blade composites”, 2006 • B. Harris, Fatigue in composites science and technology of the fatigue response of fibre-reinforced plastics. CRC Press#; Woodhead, 2003 • A. P. Vassilopoulos, Ed., Fatigue life prediction of composites and composite structures / edited by Anastasios P. Vassilopoulos. Boca Raton#: Oxford: CRC Press#; Woodhead Publishing, 2010. • Sendeckyj, G.P., 'Fitting Models to Composite Materials Fatigue Data', ASTM STP 734, American Society for Testing and Materials, 1981
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 777801 Vorlesung Ermüdung von FVW in Leichtflugzeugen und Rotorblättern
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90h (28h Präsenzzeit, 62h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	77781 Ermüdung von Faserverbundwerkstoffen / Fatigue of composite materials (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Flugzeugbau

Modul: 78890 Kleinsatellitenentwurf

2. Modulkürzel:	060500207	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner
9. Dozenten:	Sabine Klinkner Michael Lengowski Diverse
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, ➞ Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine, Der Besuch der Vorlesung Raumfahrttechnik I wäre hilfreich.
12. Lernziele:	Studierende verfügen über das grundlegende Wissen für die Entwicklung eines Kleinsatelliten. Sie kennen die Potentiale und Grenzen kleiner Satelliten. Weiterhin verfügen die Studenten über die Fähigkeit zur Auslegung des Satellitenbusses.
13. Inhalt:	• Grundlagen der Satellitensystemtechnik • Grundlagen und Dimensionierung des Satellitenbusses (Struktur, Thermalsystem, Lage-Bahn-Regelungsssytem, Kommunikationsystem, Onboard-Data-Handling, Energieversorungssystem) • Praktische Seminare zur Orbit- und Thermalsimulation
14. Literatur:	Vortragsfolien Vorgeschlagene Literatur: Ley, Wittmann: "Handbuch der Raumfahrttechnik", 4., aktualisierte und erweiterte Auflage
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 788901 Vorlesung Kleinsatellitenentwurf
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	78891 Kleinsatellitenentwurf (BSL), , Gewichtung: 1 Benotete Studienleistung (BSL): schriftliche Prüfung 60 Min.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Power Point-Präsentation, Seminare mit Notebooks
20. Angeboten von:	Satellitentechnik

Modul: 78990 Strukturdynamik-Programmierseminar

2. Modulkürzel:	060400404	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Malte Krack
9. Dozenten:	Malte Krack Johann Groß
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Mathematische und physikalische Modellbildung in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Antriebs- und Energiesysteme in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Experimentelle und numerische Simulationsmethoden in der LRT --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	*Zwingend vorausgesetzt werden Matlab-Erfahrung sowie das Modul "Strukturdynamik". Empfohlen werden Kenntnisse zu numerischen Methoden.*
12. Lernziele:	*Die Studenten erhalten einen Überblick über numerische Verfahren zur Berechnung linearer und nichtlinearer Vibrationen. Die Studenten lernen, einzelne Teile vorgegebener Rechenprogramme zu modifizieren und zu validieren. Anhand geeigneter Fallbeispiele lernen die Studenten wichtige Phänomene der Strukturdynamik kennen und interpretieren.*
13. Inhalt:	*Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden von den Studierenden numerische Verfahren zur Berechnung der Dynamik mechanischer Systeme programmiert. Die wesentlichen Schritte der Berechnung umfassen die Modellierung mechanischer Systeme, die Modellordnungsreduktion mithilfe der dynamischen Substrukturtechnik, die Simulation mittels Zeit- und Frequenzbereichsmethoden, sowie die Lösung algebraischer Gleichungssysteme und die numerische Pfadverfolgung. Die Studenten erhalten ein Rechenprogramm und Fallbeispiele anhand derer die wesentlichen Berechnungsschritte nachvollzogen werden können. Teile gegebener Programme werden von den Studenten erweitert und validiert. So werden zusätzliche Modelle lokaler Nichtlinearitäten implementiert und untersucht oder weitere Verfahren zur nichtlinearen Modalanalyse umgesetzt. Eigene Programmierung, Validierung und Anwendung modifizierter Programme unter Anleitung sind die wesentlichen Aktivitäten in dieser praktischen Lehrveranstaltung. Im Rahmen von Kurzvorträgen wird über die Ergebnisse berichtet.*
14. Literatur:	*Vorlesungsfolien, Aufschriebe, wissenschaftliche Veröffentlichungen ja nach Bedarf*
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 789901 Seminar Strukturdynamik-Programmierseminar

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	78991 Strukturdynamik-Programmierseminar (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	*Folien, Anschrieb, Matlab-Beispiele*
20. Angeboten von:	Strukturmechanik der Flugzeugtriebwerke

Modul: 79180 Astronautics and Space Exploration

2. Modulkürzel:	060500136	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Weitere Sprachen

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Reinhold Ewald
9. Dozenten:	Ernst Messerschmid Reinhold Ewald
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Entwurf, Auslegung und Bau von Luft- und Raumfahrzeugen --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Zusatzmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Ergänzungsmodule --> Wahlmodule M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, → Raumfahrttechnik und Weltraumnutzung --> Spezialisierungsrichtungen --> Wahlmodule
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Modul 39136 Raumfahrttechnik I • Kenntnis der Global Exploration Roadmap (GER) der ISECG
12. Lernziele:	Die Studenten haben einen Überblick über die Historie und die aktuellen Pläne zur Erforschung des Weltraums über den Erdorbit hinaus (Roadmaps). Sie wissen, welchen TRL die robotischen und bemannten Elemente solcher Missionen erreicht haben und welche Entwicklungen z.Zt. u.a. an Bord der ISS vorangetrieben werden. Sie haben eine Übersicht über Auswahl, Training und Herausforderungen an die Besatzungen solcher Missionen, die hierzu laufenden Analog-Übungen und die technische Ausrüstung, die zur Verfügung steht oder im Hinblick darauf entwickelt wird (z.B. EVA, Surface Excursion Tools). Sie können die Risiken und Chancen bemannter Exploration einschätzen und gegeneinander aufwiegen. Sie lernen durch die im Rahmen der Vorlesung geplante Exkursion die Betriebsstrukturen von komplexen Raumfahrtmissionen in der Praxis kennen.
13. Inhalt:	Motivation und Ziele der bemannten Exploration des Weltraums Historische, aktuelle und zukünftige Missionen Missionsarchitektur und Subsystemauslegung Technologien für Rendezvous und Docking, Robotik, EVA Human Factors und Risikominderung
14. Literatur:	Vorlesungsbesuch, Teilnahme an der Exkursion, Präsentationsmaterialien, Global Exploration Roadmap (GER) der ISECG
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 791801 Vorlesung Astronautik und Weltraumexploration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Astronautics and Space Exploration, Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium:42 h) Teilnahme an der Exkursion 10 h

17. Prüfungsnummer/n und -name:	79181	Astronautics and Space Exploration Prüfung (BSL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :		
19. Medienform:		
20. Angeboten von:	Astronautik und Raumstationen	

Modul: 80640 Masterarbeit Luft- und Raumfahrttechnik

2. Modulkürzel:	060000100	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	30 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	0	7. Sprache:	Weitere Sprachen

8. Modulverantwortlicher:	Ewald Krämer
9. Dozenten:	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, PO 057-2014, 4. Semester
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erwerb von mindestens 63 Leistungspunkte im Studiengang M.Sc. Luft- und Raumfahrttechnik, darunter alle Leistungspunkte aus dem Pflichtteil
12. Lernziele:	Die Masterarbeit soll zeigen, dass die zu prüfende Person in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Aufgabenstellung aus dem Bereich Luftund Raumfahrttechnik selbständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und die Ergebnisse sach-gerecht darzustellen. Mit der Masterarbeit werden 30 Leistungspunkte erworben. Die Studierenden können anspruchsvolle Ingenieur-Aufgaben aus dem Bereich Luft- und Raumfahrttechnik unter Anwendung des im Bachelor- und Masterstudium vermittelten Wissens lösen. Die Studierenden kennen die typischen Phasen und sozialen Prozesse eines Forschungsprojektes. Durch angeleitetes wissenschaftliches Arbeiten haben die Studierenden eine erweiterte Problemlösungskompetenz. Die Studierenden haben neben der Lösung theoretischer, konstruktiver und/ oder experimenteller Aufgaben im Gebiet der Luft- und Raumfahrttechnik auch eine Recherche aktueller Publikationen zum übergeordneten Forschungsthema durchgeführt und kennen die inhaltlichen Grundlagen.
13. Inhalt:	Einarbeitung in die Aufgabenstellung durch Literaturrecherche und Erstellung eines Arbeitsplanes. Durchführung und Auswertung der eigenen Untersuchungen Diskussion der Ergebnisse Zusammenfassung der Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Arbeit Präsentation und Verteidigung der Ergebnisse in einem Seminarvortag
14. Literatur:	Lothar Wagner, Die wissenschaftliche Abschlussarbeit: Ratgeber für effektive Arbeitsweise und inhaltliches Gestalten. Saarbrücken, VDM-Verlag Müller, 2007 Norbert Frank und Joachim Stary, Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens, Eine praktische Anleitung. UTB Uni-Taschenbücher Band 724, 2008. Martha Boeglin, Wissenschaftlich arbeiten Schritt für Schritt, Gelassen und

	effektiv studieren. UTB Uni-Taschenbücher Band 2927. UTB Mittlere Reihe 185, 2007. Bjorn Gustavii, How to Write and Illustrate a Scientific Paper, Cambridge, - 328 - Cambridge University Press, 2008. Weitere: Je nach gewählter Master-Arbeit.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	900 h (Präsenzzeit 0 h, Selbststudium 900 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen